

Beurteilung des Lärms – Grenzrichtwerte

A. Lauber

Artikel eingegangen am 18. Januar 1971

Zusammenfassung

Als Maß für die Lärmstärke wird heute allgemein der mit der «A»-Kurve bewertete Schallpegel verwendet. Bei zeitlich stark veränderlichen Geräuschen ist die statistische Verteilung dieser Pegel zu bestimmen.

Für die Zonenplanung in der Nähe von Flughäfen und Autobahnen eignen sich die neuen Lärmbelastungsmaße wie der äquivalente Dauerschallpegel und der Noise-and-Number-Index. Bei den Grenzwerten ist zu unterscheiden zwischen:

- natürlichen physiologischen Grenzen z. B. in bezug auf das Risiko der Lärmschwerhörigkeit;
- Emissionsgrenzwerten der verschiedenen Schallquellen, die z. B. bei den sogenannten Typenprüfungen Anwendung finden;
- Immissionsgrenzwerten, die die zumutbare Störung festlegen;
- Zonenordnungen und Bauvorschriften, die die Mindestbauabstände und die notwendigen Schallisolationen angeben.

Wenn man nicht allein auf die subjektive Beurteilung des Lärms abstellen will, ist es notwendig, die physikalischen Lärmgrößen festzustellen und den Zusammenhang zwischen diesen physikalischen Größen und den entsprechenden subjektiven Empfindungen des Menschen zu erforschen.

Wie bereits in den vorhergehenden Vorträgen erläutert wurde, sind es vor allem zwei physikalische Größen, die den Lärm charakterisieren, nämlich:

die Schallintensität und die frequenzmäßige Zusammensetzung.

Die Schallintensität wird in der technischen Akustik durch eine Schallpegelzahl beschrieben. Die frequenzmäßige Zusammensetzung wird durch eine Frequenzanalyse mit geeigneter Bandbreite angegeben.

Die nachfolgende Aufstellung zeigt den Zusammenhang zwischen diesen physikalischen Größen und den subjektiv empfundenen Größen.

Die zwei verschiedenen Aspekte eines Schallereignisses

I. Aspekt:

Die objektiven *physikalischen Daten* der Schallwelle und des Schallfeldes

1a: Die *Schallfrequenz*, gemessen in Hertz (Hz)

2a: Die *Schallamplitude*, gemessen in logarithmischem Maßstab als *Schallpegel* in Dezibel (db) in linearem Maßstab als *Schalldruck* in Mikropascal (μb)

II. Aspekt

Die *physiologischen Daten* der subjektiven Schallempfindung

1b: Die *Tonhöhe*, ausgedrückt in Oktaven

2b: Die *Empfindung der Schallintensität*, ausgedrückt durch die *Lautstärke* in Phon durch die *Lautheit* in Son

Sowohl der Schallpegel als auch die Schallfrequenz des Lärms sind Funktion der Zeit, und dieser zeitliche Verlauf spielt eine große Rolle bei der Beurteilung des Lärms. Denn es ist sicher nicht gleich, ob es sich um einen zeitlich konstanten oder intermittierenden Lärm handelt; plötzlich auftretender Lärm kann unter Umständen sehr erschrecken. Die Kontrolle des Lärms während längerer Zeit erfolgt am besten durch eine Registrierung mit einem Pegelschreiber.

Die nachfolgende Abbildung zeigt zwei typische Diagramme, auf denen der Schallpegelverlauf während 24 Stunden aufgetragen ist, wodurch die Lärmsituation an einem bestimmten Ort sehr anschaulich beschrieben wird.

Die für eine bestimmte Lärmsituation charakteristischen Pegelschwankungen lassen sich am besten mit einer Schallpegelstatistik er-

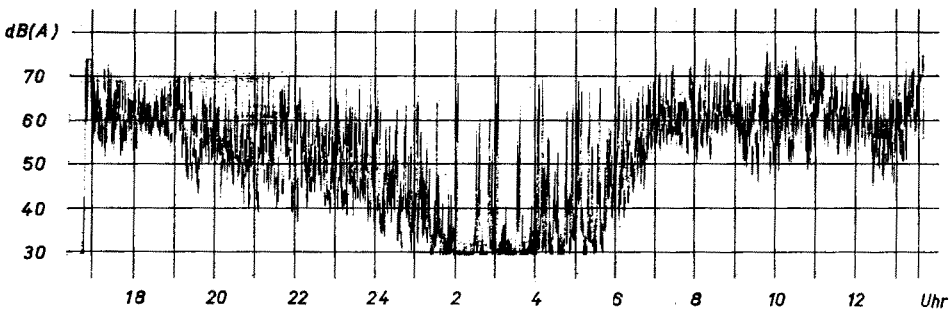
fassen. Sie gibt an, wie oft eine bestimmte Schallpegelgröße während der Beobachtungszeit vorgekommen ist.

Die nachfolgende statistische Auswertung zeigt dafür ein Beispiel. Aus einer solchen Statistik können typische Größen entnommen werden, welche die zeitlichen Schallpegeländerungen genau beschreiben: zum Beispiel der Zentralwert $S_{50\%}$, der den mittleren Geräuschpegel angibt, sowie der $S_{99\%}$ - und $S_{99,9\%}$ -Wert, die zusammen mit dem Zentralwert die Steuerung beschreiben und die häufigen und seltenen Schallpegelspitzen bezeichnen.

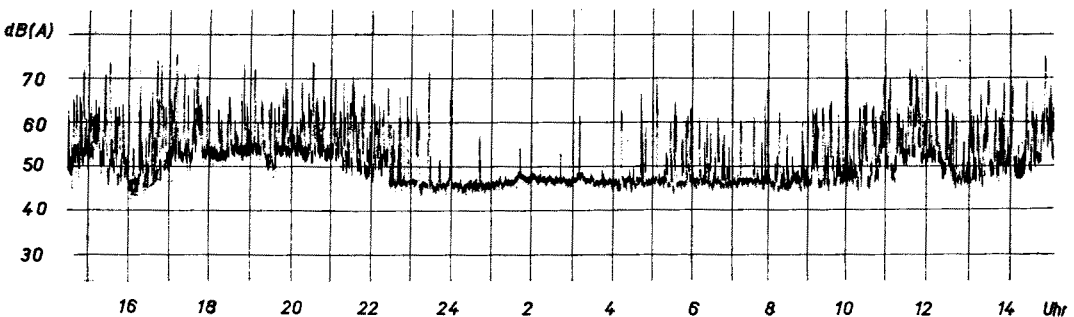
Neben diesen traditionellen Methoden, einen Lärm physikalisch zu beschreiben, sind in den letzten Jahren noch neue Verfahren entwickelt worden, welche die sogenannte Lärmbelastung erfassen.

Ähnlich wie in der Photographie, wo Blende und Zeit für die richtige Belichtung eines Filmes maßgebend sind, werden beim Lärm die Schallintensität und ihre zeitliche Dauer berücksichtigt. Das geschieht zum Beispiel bei dem für den Fluglärm besonders gut geeigneten Noise-and-Number-Index NNI, der sich im wesentlichen aus einem mittleren Pegelwert der einzelnen Flugbewegungen und aus

Zeitlicher Verlauf der Schallpegel, Beispiele



Typische Straßenverkehrsgeräusche.

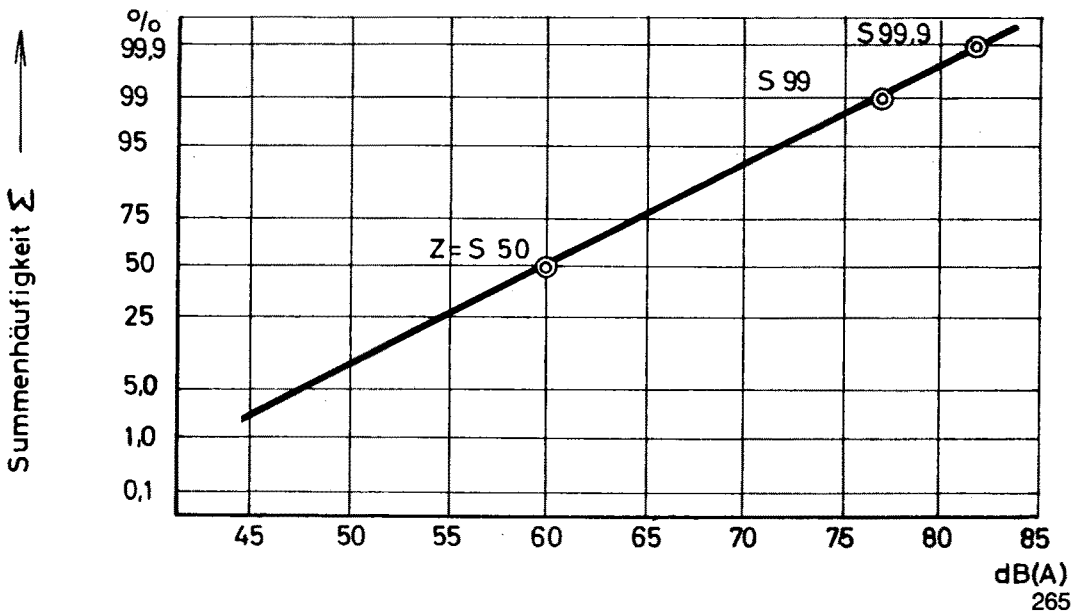
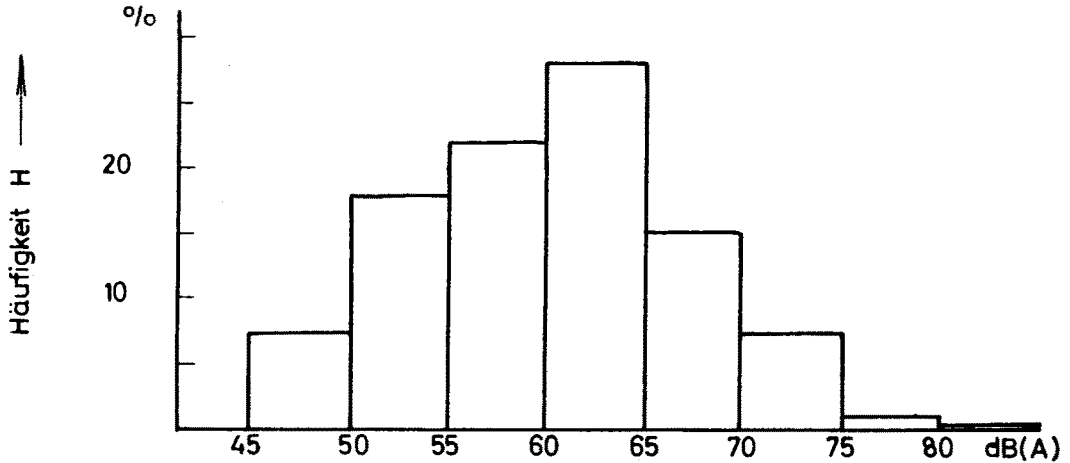


Industrie- und Straßenverkehrsgeräusche.

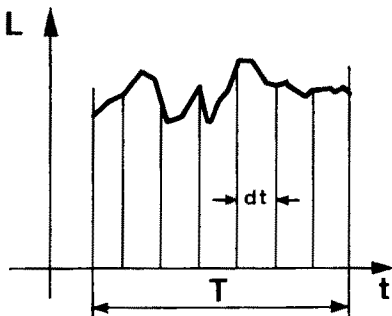
Statistische Auswertung von Schallpegelmessungen

Die einzelnen Meßwerte werden zunächst in entsprechende Schallpegelklassen eingereiht. Damit läßt sich die Häufigkeitsverteilung oder die Summenhäufigkeitsverteilung wie folgt bestimmen: Beispiel X

Schallpegelklassen dB(A)		46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
Häufigkeit H	absolut	1 440	3 240	3 960	5 040	2 700	1 170	378	72
	in %	8	18	22	28	15	7,5	1,1	0,4
Summenhäufigkeit Σ	absolut	1 440	4 680	8 640	13 680	16 380	17 550	17 928	18 000
	in %	8	26	48	76	91	98,5	99,6	100



einem Betrag zusammensetzt, der die Zahl der Flugbewegungen berücksichtigt.
 Ein anderes Verfahren, die Lärmbelastung zu beschreiben, besteht darin, daß die mittlere Schallenergie während einer bestimmten Beobachtungszeit durch einen äquivalenten Dauerschallpegel angegeben wird.



$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_i/10} dt$$

Der äquivalente Dauerschallpegel kann auf verschiedene Arten bestimmt werden, zum Beispiel auch aus einer Schallpegelstatistik, wobei aber die Pegelklassen nicht zu groß gewählt werden dürfen.

Wenn nun die physikalischen Daten des Lärms bekannt sind, so müssen sie zur Beurteilung mit den sogenannten Grenzwerten verglichen werden. Es lassen sich prinzipiell vier verschiedene Arten von Grenzwerten angeben, nämlich:

1. natürliche physiologische Grenzen;
2. Emissionsgrenzwerte, die sich auf einzelne Schallquellen beziehen;
3. Immissionsgrenzwerte, die sich auf den Menschen und den Ort, wo die Störung wahrgenommen wird, beziehen;
4. Zonenordnungen und Bauvorschriften, die zum Beispiel einen Mindestabstand oder eine minimale Schallisolation vorschreiben.

1. Natürliche physiologische Grenzen

Die graphische Darstellung zeigt die Kurven gleicher Lautstärke. Eine erste natürliche Grenze ist die gestrichelte unterste Kurve, die die sogenannte Hörschwelle angibt. Eine weitere natürliche Grenze ist die oberste Kurve, die etwa der Schmerzschwelle entspricht. Die Abbildung zeigt außerdem sehr deutlich die verschieden große Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für die verschiedenen Schallfrequenzen.

Bei den Lärmmessungen wird diese Eigenschaft des Gehörs mit sogenannten Bewertungskurven berücksichtigt, wobei heute bei fast allen Messungen die «A»-Kurve verwendet wird. Die so gemessenen Pegel werden in dB(A)-Einheit angegeben.

Auf Grund sehr zahlreicher Erfahrungen können als weitere natürliche physiologische Lärmgrenzen angegeben werden:

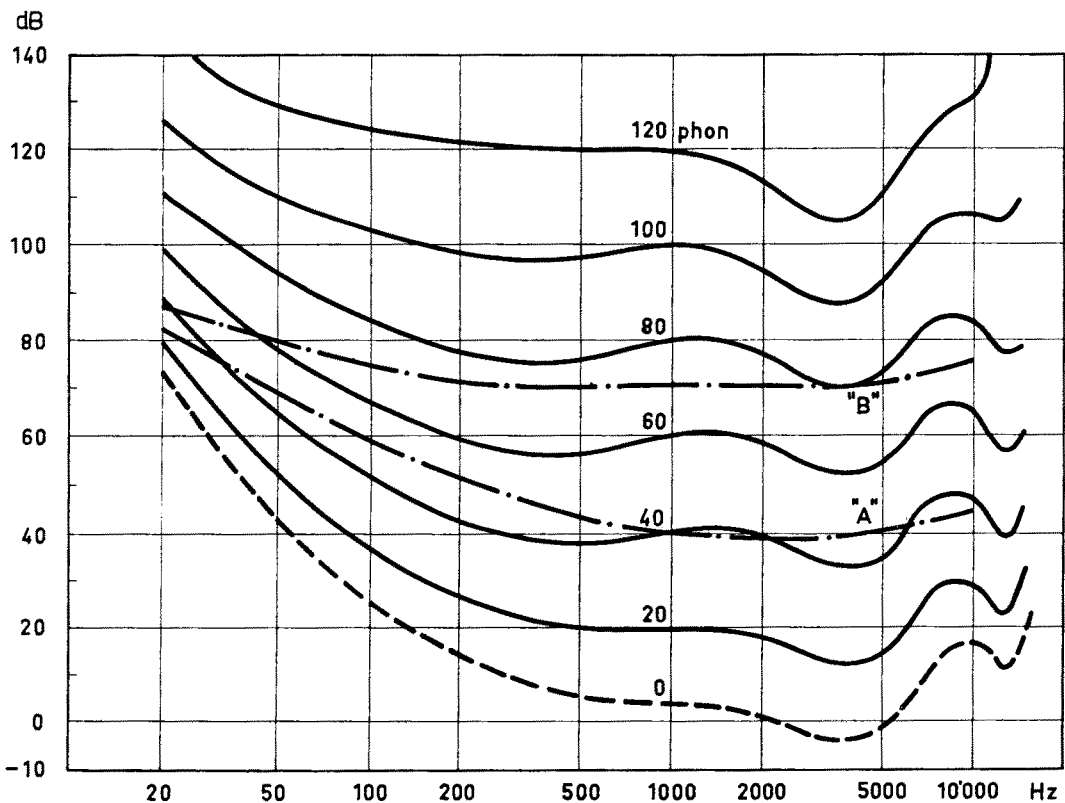
- 30 bis 40 dB(A) in Schlafzimmern,
- 50 bis 70 dB(A) für geistige Arbeit,
- 90 dB(A) für manuelle Arbeit ohne Gehörschutz.

Allgemein verschiebt sich die Hörschwelle des Menschen mit zunehmendem Alter nach höheren Pegelwerten. Diese als Altersschwerhörigkeit (Presbycusis) bekannte Tatsache ist bei den Frauen und Männern verschieden, wie dies die Diagramme zeigen.

Neben dieser Altersschwerhörigkeit führt langdauernder, starker Lärm zur sogenannten Lärmschwerhörigkeit. Dieser dauernde Gehörschaden ist in vielen Fällen eine Berufskrankheit, die heute nach dem revidierten Kranken- und Unfallversicherungsgesetz (KUVG) versichert ist.

Um solche Schäden zu vermeiden, sind für Lärmindustrien Immissionsgrenzwerte festgelegt worden, von denen später noch gesprochen wird.

Kurven gleicher Lautstärke
(ISO R 226, 1961)



2. Emissionsgrenzwerte

Der Gedanke, für bestimmte Schallquellen maximal zulässige Geräuschpegel vorzuschreiben, ist von größter Bedeutung für die Lärmbekämpfung.

Am zweckmäßigsten kann dies durch sogenannte Typenprüfungen von neuen Maschinen und durch periodische Prüfungen der in Betrieb gesetzten Maschinen geschehen.

Für die *Motorfahrzeuge* hat das Eidgenössische Justiz- und Polizeidepartement schon im Dezember 1957 eine solche Typenprüfung

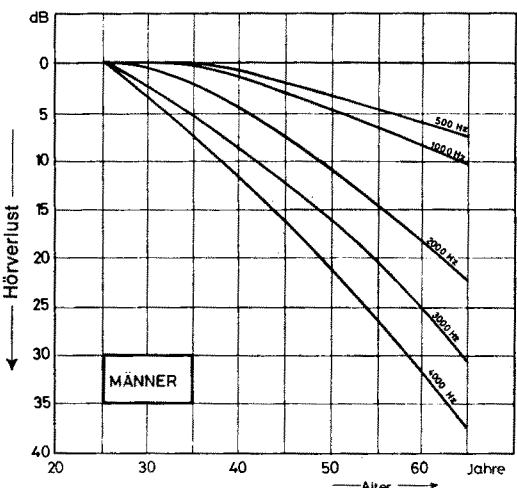
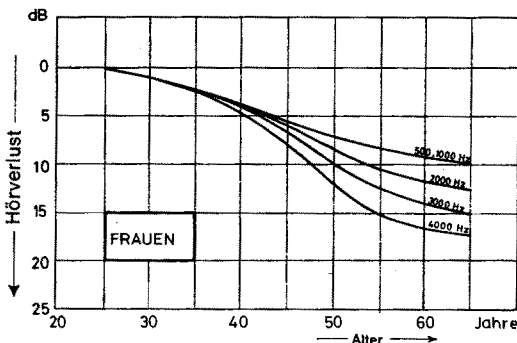
vorgeschrieben, die im Laufe der Jahre mehrmals verbessert und verschärft wurde. Die heute gültigen Grenzwerte zeigt die obestehende Tabelle. Die Schallmessung von Motorfahrzeugen wurde inzwischen auch international durch die Empfehlung ISO, R362 (1964) genormt.

Auch für *Baumaschinen* sind Bestrebungen im Gange, eine solche Typenprüfung für die ganze Schweiz einzuführen. Große Vorarbeit hat hier der Kanton Zürich geleistet, und zwar mit seiner Verordnung über den Bau- lärm vom 27. November 1969. Auf Grund sehr

umfangreicher Untersuchungen, die seinerzeit Herr Dr. Rathe bei der EMPA gemacht hat, sind genaue Meßvorschriften und auch Grenzwerte für die Baumaschinen aufgestellt worden.

Auch für *Flugzeuge* wird gegenwärtig bei der ICAO, auf internationaler Basis, an der Aufstellung einer Lärmtypenprüfung gearbeitet. Als Maßeinheit wird hier das sogenannte «effective perceived noise decibel» verwendet.

Altersschwerhörigkeit (Presbycusis)
(ASA, Z 24 - X - 2)



Grenzschaßpegel für Motorfahrzeuge

Weisungen des Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartementes vom 30. Oktober 1968.

Meßanordnung: Mikrophon im Abstand $7 \pm 0,2$ m rechts und links der Fahrzeugmitte, in 1,2 m Höhe über Boden.

Meßinstrument: Präzisionsschaßpegelmesser, A-Kurve, Stellung «fast» nach CEI-179/1965 für Typenprüfung, auch nach CEI-123/1961 für andere amtliche Messungen.

Fahrzeugart	Grenzwert in dB(A)
1. Motorfahräder	70
2. Kleinmotoräder bis 50 ccm Hubraum	73
3. Motoräder über 50 ccm Hubraum Motoräder über 200 ccm Hubraum	82
4. Leichte Motorwagen mit Dieselmotor oder Motornutzleistung bis 50 PS übrige	82 78
5. Schwere Motorwagen, Traktoren, Arbeitsmaschinen, Motorkarren, Motoreinachsler, aufgebaute Arbeitsgeräte	85
6. Motorbremsgeräusch	87
7. Luftablaßgeräusch	82

Betriebszustand

Standmessung: Sofern die stärkste Geräuschentwicklung nicht bei einer niedrigeren Drehzahl auftritt, Messung im Stand ohne Abbremsen:

- Bei der Drehzahl der größten Nutzleistung*.
- Bei $\frac{3}{4}$ der Drehzahl der größten Nutzleistung*: Motorwagen von 10 kg/PS oder weniger (Leergewicht), Motoräder über 200 ccm.
- Bei der Drehzahl der tatsächlich erreichbaren Höchstgeschwindigkeit, wenn beladen und auf ebener Straße: Fahrzeuge bis 50 km/Std. Höchstgeschwindigkeit.
- Bei der Drehzahl nach vollständig durchgedrücktem Gaspedal.

Motorbremsung: Fahrzeug beladen, Geschwindigkeit 50 km/Std., Drehzahl im Bereich der größten Motorleistung. Motorbremse voll eingeschaltet 15 m vor der Meßlinie.

Druckluftablaßgeräusch: Fahrzeug im Stand, Motor im Leerlauf, Meßdistanz $7 \pm 0,2$ m ab Fahrzeugrand.

* Nutzleistung = Netto Motorleistung gemäß DIN-70020.

Neben diesen besonders wichtigen Emissionsgrenzwerten existiert noch eine Reihe sehr nützlicher Meßvorschriften für spezifische Schallquellen, zum Beispiel

- DIN- 1946 Lüftungstechnische Anlagen,
- DIN-45635 Geräuschmessungen an Maschinen,
- DIN-45637 Außengeräuschmessungen an Schienenfahrzeugen,

- DIN-45638 Innengeräuschmessungen in Schienenfahrzeugen,
- DIN-80061 Geräuschmessungen an Wasserfahrzeugen.

Daneben existieren entsprechende VDI-Richtlinien, zum Beispiel

- VDI-2572 Geräusche von Textilmaschinen und Maßnahmen zu ihrer Minderung.

Grenzwerte für von außen in die Gebäude eindringenden Lärm

Auszug aus den Richtlinien für Lärmbekämpfung der Eidgenössischen Expertenkommission für Lärmbekämpfung (lit. 17).

Sonderaufgabe: Provisorische Grenzrichtwerte vom 26. Juni 1959 (unter Berücksichtigung der Korrekturen und Ergänzungen bis Ende 1962).

Grenzrichtwerte in dB(A)

Empfohlener Meßort: Mikrophon im offenen Fenster.

Kennnummer	Grundgeräusch		Häufige Spitzen		Seltene Spitzen		Wünschenswerte Zonenzugehörigkeit
	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	
I	35	45	45	50	55	55	Kurzzone
II	45	55	55	65	65	70	Ruhige Wohnzone
III	45	60	55	70	65	75	Gemischte Zone
IV	50	60	60	70	65	75	Geschäftszone
V	55	65	60	75	70	80	Industriezone
VI	60	70	70	80	80	90	Hauptverkehrsader

Wünschbare Werte: um 10 dB(A) kleiner, jedoch nicht unter 30 dB(A).

Grundgeräusch: Mittelwert (durchschnittlicher Pegel, ohne Spitzen)

Häufige Spitzen: 7-60 Schallspitzen pro Stunde

Seltene Spitzen: 1-6 Schallspitzen pro Stunde

Räumliche Einteilung

Es wird, stark schematisierend, zwischen 6 Haupt-Geräuschzonen unterschieden, die mit I . . . VI bezeichnet sind. Andererseits unterscheidet man 6 Hauptzonen:

Kurzzone:

Krankenanstalten, der zur Erholung reservierte Bereich von Kurorten usw.

Wohnzone:

Wohnhäuser mit Quartier-Verkaufsläden, Schulhäuser.

Gemischte Zone:

Wohnhäuser mit Wirtschaften, kleineren und größeren Gewerbebetrieben, z. B. größere Dörfer oder städtische Quartiere mit Gewerbebetrieben, Verkaufsläden usw.

Geschäftszone:

Quartiere mit vorwiegendem Geschäftsverkehr (City).

Industriezone:

Quartiere mit mehreren Fabrikationsunternehmungen, größeren Werkstätten, Lagerhäusern usw. Die Tabellenwerte beziehen sich auf die Randgebiete der Industriezone.

Hauptverkehrsader:

Unmittelbare Umgebung von Straßen mit Durchgangsverkehr.

3. Immissionsgrenzwerte

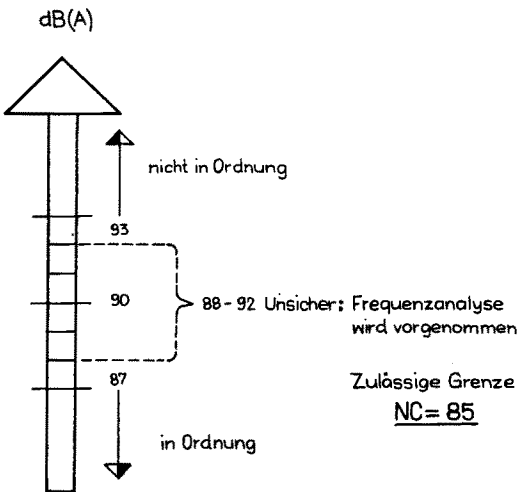
Am bekanntesten sind die Grenzrichtwerte der Eidgenössischen Expertenkommission für Lärmbekämpfung. Es werden dort für verschiedene Zonen sowie für Tag und Nacht Grenzwerte angegeben, wobei zwischen dem Grundgeräusch und den häufigen und seltenen Schallspitzen unterschieden wird (siehe auch Lärmbekämpfung in der Schweiz, Bericht der Eidgenössischen Expertenkommission an den Bundesrat, zu beziehen bei der Eidgenössischen Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern). Diese Immissionsgrenzwerte haben sich sehr gut bewährt, und zwar sowohl für den Lärm des Straßenverkehrs als auch für den Lärm aus benachbarten Industrie- und Gewerbebetrieben. Siehe nachstehende Tabelle.

Auch für den Baulärm sind die Grenzrichtwerte mit gewissen Zusätzen sehr nützlich. Dabei wird die zeitliche Beschränkung des Baulärms durch Abzüge vom Meßwert berücksichtigt. Dauert der Lärm nur 20 % der ganzen Bauzeit, so sind 5 dB, bei 5 % 10 dB,

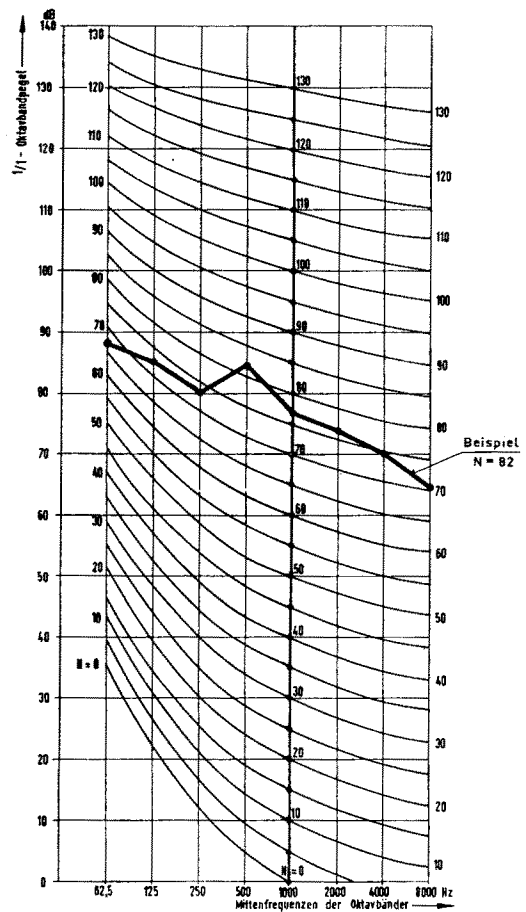
bei 1 % 15 dB vom Meßwert abzuziehen.

Für den Fluglärm in den Randgebieten eines Flughafens lassen sich diese Grenzrichtwerte nicht ohne weiteres anwenden.

Es sind gegenwärtig von einer neuen Eidgenössischen Expertenkommission soziopsychologische Untersuchungen in Gang gesetzt worden, deren Ziel es ist, Grenzwerte für die Fluglärmbelastung zu ermitteln. Im-



Lärmgrenzen in Industrien (ohne Gehörschutz)



ISO, TC 43 WG 8-Dokument 3. März 1960

merhin herrscht heute bereits die weitverbreitete Ansicht, daß eine Lärmbelastung von 55 NNI die Grenze für ein Wohngebiet dar-

stellt und daß ein Schallpegel von etwa 120 dB(A) das Maximum für ein vereinzelt Schallereignis darstellen soll.

Bestimmung der Lärmbelastung während der Arbeit im Hinblick auf die Erhaltung des Hörvermögens

1. Bestimmung eines äquivalenten Dauerschallpegels für verschiedene Einwirkungsschallpegel von 80 bis 120 dB(A) und eine Dauer von 10 Minuten bis 40 Stunden pro Woche.

Dauer pro Woche		Schallpegel in dB(A)									Result. Index E_i	Äquiv. Dauer-Pegel L_A	
Stunden	Minuten	80	85	90	95	100	105	110	115	120			
	10	Teil-Indices der Lärmbelastung				5	15	40	130	400	10	80	
	12					5	15	50	155	500	15	82	
	14					5	20	60	180	580	20	83	
	16					5	20	70	210	680	25	84	
	18					10	25	75	230	750	30	85	
	20					5	10	25	80	260	40	86	
	25					5	10	35	105	330	50	87	
0,5	30					5	15	40	125	390	60	88	
	40					5	15	50	170	510	80	89	
1	50					5	20	70	210	680	100	90	
	60					5	10	25	80	250	780	125	91
	70					5	10	30	90	290	900	160	92
	80					5	10	35	105	340	200	93	
1,5	90					5	10	40	120	380	250	94	
	100					5	15	45	130	425	315	95	
2	120					5	15	50	160	500	400	96	
2,5	120					5	20	60	200	610	500	97	
3	180	5	10	25	75	235	750				630	98	
3,5		5	10	30	90	275	880				800	99	
4		5	10	30	100	315	1000				1000	100	
5		5	15	40	125	390							
6		5	15	45	150	450							
7		5	20	55	175	545							
8		5	20	60	200	620							
9		5	5	25	70	230	700						
10		5	10	25	80	250	780						
12		5	10	30	95	300	945						
14		5	10	35	110	350							
16		5	15	40	125	400							
18		5	15	45	135	450							
20		5	15	50	160	500							
25		5	20	60	200	610							
30		10	25	75	235	750							
35		10	30	90	275	880							
40		10	30	100	315	1000							

2. Bestimmung einer Gefährdung in Prozent für verschiedene Äquivalente. Dauerpegel während 0 bis 45 Jahren

Äquivalente Dauerpegel L_A	Gesamtdauer der Einwirkung in Jahren									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
75 dB(A)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 dB(A)	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6
85 dB(A)	0	2	3	3	4	4	5	7	12	17
90 dB(A)	0	4	6	7	9	10	12	16	23	34
95 dB(A)	0	7	10	12	14	17	20	26	36	50
100 dB(A)	0	10	15	18	21	25	29	38	51	68

Neben den eidgenössischen Grenzrichtwerten existieren noch *Empfehlungen der EMPA*, zum Beispiel für den in *Schulzimmern* maximal zulässigen Lärm von außen, nämlich:

- 45 dB(A) für das mittlere Geräusch S50%,
- 55 dB(A) für die häufigen Schallspitzen S99%,
- 60 dB(A) für die seltenen Schallspitzen S99,9%.

Im offenen Fenster gelten um 10 dB(A) höhere Grenzwerte.

Auch für den *Schießlärm* in der Umgebung von Schießständen existieren EMPA-Empfehlungen, die aber gegenwärtig von einer Eidgenössischen Expertenkommission auf Grund eingehender Untersuchungen verbessert werden.

Als Grenzwerte für *Schießlärm* werden empfohlen:

Zone	Grenzwert
I Kurzzone	35–40 dB(A)
II Ruhige Wohnzone	55–60 dB(A)
III Gemischte Zone	60–65 dB(A)
IV Geschäftszone	60–65 dB(A)
V Industriezone	65–70 dB(A)
VI Hauptverkehrsader	70 dB(A)

Die Grenzwerte sind im offenen Fenster zu messen. Dabei sind mit einem Schallpegelmessgerät die Spitzenwerte bei der raschen

Zeitkonstante «FAST» und mit der Bewertungskurve «A» abzulesen.

Die niedrigeren Werte gelten für große Schießplätze mit intensivem Betrieb (zum Beispiel militärische Kurse usw.), die höheren Werte gelten für kleine Schießplätze mit wenig intensivem Schießbetrieb.

Zur Vermeidung der bereits erwähnten Lärmschwerhörigkeit in lärmigen *Industrien* wird

Wahrnehmung von Erschütterung und Vibrationen VDI 2057 (1963)

Spitzenwert der Schwelle in mm/sec*	Stufe	Beschreibung der Wahrnehmung
0,1	A	nicht spürbar (Fühlschwelle)
0,4	B	gerade spürbar
1	C	spürbar
2	D	gut spürbar
6	E	stark spürbar
15	F	sehr stark spürbar
35	G	(differenzierte Angaben nicht mehr möglich)
90	H	
	I	

* Gültig im Frequenzbereich von 10 bis 100 Hz.

heute meistens als Grenze ein Dauerschallpegel von 90 dB(A) angenommen. In Grenzfällen wird eine Oktavbandanalyse gemacht und die ISO-Geräuschkurve 85 für die Beurteilung der Zulässigkeit gewählt (siehe die schematische Darstellung und das folgende Kurvenblatt).

Zudem wird von der ISO gegenwärtig ein sehr interessantes Verfahren festgelegt, mit dem das Risiko einer Lärmschwerhörigkeit geschätzt werden kann (siehe die folgende Tabelle).

Für die Beurteilung von Erschütterungen und Vibrationen leisten die Angaben VDI 2057 (1963) gute Dienste (siehe die folgende Tabelle).

Oft muß abgeklärt werden, ob Bauschäden (Gebäuderisse usw.) auf Erschütterungen zurückzuführen seien. In solchen Fällen stützt sich die EMPA auf die folgenden Grenzwerte:

Erschütterungsgrenzwerte für Bauschäden

1–3 mm/sec für Mauerwerk aus wenig bearbeiteten (Spitzenwert) Natursteinen

3–5 mm/sec für Mauerwerk aus Beton, künstlichen (Spitzenwert) Backsteinen und bearbeiteten Natursteinen

Untere Grenze gültig für Gebäude mit Holzbalkendecken

Obere Grenze gültig für Gebäude mit Stahlbetondecken

4. Zonenordnungen und Bauvorschriften

Die Zonenordnungen sind in erster Linie eine Sache der Gemeinden. Es gibt heute bereits eine ganze Anzahl von Gemeinden, die über vorbildliche Polizei- und Bauverordnungen verfügen und damit einen wertvollen Beitrag an die Lärmbekämpfung leisten (zum Beispiel Bollingen, Spreitenbach, Pontresina). In diesem Zusammenhang interessiert auch die kürzlich veröffentlichte Anleitung zur Erhaltung der Ruhe in Fe-

rienorten des Schweizerischen Fremdenverkehrs-Verbandes.

Als wichtige Bauvorschrift ist die im Druck befindliche SIA-Empfehlung 181 (1970) für den Schallschutz im Wohnungsbau zu nennen. Es wird auf die nachfolgenden zwei Tabellen verwiesen.

Grenzwerte für die Geräusche von haustechnischen Installationen und gewerblichen Anlagen

Die Geräusche dürfen in Schlaf-, Wohn- und Arbeitszimmern (Büros) von benachbarten Wohnungen oder Betrieben die untenstehenden Grenzschaallpegel nicht überschreiten.

Objekt	Grenzwerte in dB(A)	
	Mindestanforderungen	Erhöhte Ansprüche
1. Einzelanlagen		
a) Etagenheizungen, Kühlschränke, Waschmaschinen usw.	35	30
b) Bad, WC, Lavabo in		
– Mehrfamilienhäusern	40	35
– Reihenhäusern	35	30
– Eigentumswohnungen		
2. Gemeinschaftsanlagen		
a) Heizungen, Pumpen, Klimaanlage, Ventilatoren, Waschmaschinen, Zentrifugen usw.	35	30
b) Wasser- und Abwasseranlagen in		
– Mehrfamilienhäusern	40	35
– Reihenhäusern		
– Eigentumswohnungen		
Kann für eine der vorgenannten Maschinen oder Anlagen der Nachweis erbracht werden, daß sie nur am Tage und sicher nie in der Nacht Geräusche erzeugt, so gelten die nebenstehenden erhöhten Grenzwerte	40	35

A: Mindestanforderungen	B: erhöhte Anforderungen	Grenzwerte für die			
		Luftschall- Isolation		Trittschall- Isolation	
		Index I_a (dB)		Index I_i (dB)	
Nr.	Objekt	A	B	A	B
1.	<i>Wohnhaus</i> (SIA-Empfehlung 181, 1970)				
1.1	Wohnungstrennwände, Treppenhauswände sowie Wohnungstrenndecken in mehrgeschossigen Häusern	50	55	65	55
1.2	Laubengänge	–	–	65	55
1.3	Trennwände und Decken zwischen Wohnungen und Gewerbebetrieben, Restaurants, Werkstätten usw.	60	65	50	45
1.4	Wohnungsabschlußtüren				
	a) gegen Treppenhäuser	20	25	–	–
	b) gegen außen	–	25	–	–
1.5	Fenster und Fenstertüren	20	30	–	–
2.	<i>Geschäftshaus</i> (EMPA-Richtlinien)				
2.1	Trennwände und Decken zwischen verschiedenen Betrieben	45	55	65	55
2.2	Trennwände und Decken zwischen Büros des gleichen Betriebes	35	45	65	55
2.3	Trennwände und Decken zwischen Betrieben mit Maschinen und Büroräumen	55	60	50	45
2.4	Trennwände von Direktionszimmern, Sprechzimmern, Konferenzzimmern usw.	45	55	65	55
3.	<i>Schulhaus</i> (EMPA-Richtlinien)				
3.1	Trennwände zwischen Klassenzimmern	45	55	–	–
3.2	Trennwände zwischen Klassenzimmern und Korridoren	35	45	–	–
3.3	Decken zwischen Klassenzimmern	50	55	65	55
3.4	Trennwände und Decken zwischen Musikzimmern (Singsaal) und benachbarten Räumen	–	55	55	45
3.5	Trennwände und Decken zwischen Musikübungsräumen	–	55	55	45
4.	<i>Hotel</i> (EMPA-Richtlinien)				
4.1	Trennwände und Decken zwischen Gastzimmern	50	55	65	55
4.2	Trennwände zwischen Gastzimmern und Korridor	45	50	–	–
4.3	Trennwände und Decken zwischen Gastzimmern und Restaurants, Küche und Office usw.	55	60	55	45
4.4	Isolation zwischen Gastzimmern und Kegelbahnen	55	65	25	25
5.	<i>Spital</i> (EMPA-Richtlinien)				
5.1	Trennwände und Decken zwischen Krankenzimmern	45	55	65	55
5.2	Trennwände zwischen Krankenzimmern und Korridor	45	50	–	–
5.3	Trennwände und Decken zwischen Krankenzimmern und lauten Räumen wie Küche, Office usw.	55	60	55	45

Erhöhter Schallschutz für Wohnhäuser in Lärmzonen

1. Massive, schwere Bauweise

Außenmauern mit einem Flächengewicht von 500 kg/m² oder mehr

Beispiel: Backsteinwand mindestens 32 cm dick, beidseitig verputzt

2. Keine großen Fensterflächen

Verhältnis der Fensterfläche zur Bodenfläche 20 % oder weniger

3. Schallisolierende Fenster

Schallisolation $I_a = 30\text{--}35$ dB

(gemessen im Labor zwischen zwei Hallräumen)

z. B. Doppelverglasung (DV)

äußere Scheibe: 5–6 mm dick

innere Scheibe: 3 mm dick

Luftraum zwischen den Scheiben: 30 mm

Gute Dichtung im Falz und beim Anschlagrahmen notwendig

4. Bei Fluglärm zusätzlich:

- Keine Wohn- und Schlafräume in Dachgeschossen von Sattel-, Walm- und Pultdächern
 - Keine Holzbalkendecken
 - Dachplatte wie folgt verstärkt:
Betonplatte 20 cm dick
Isolation
Sand- und Kiesschicht 10 cm dick
-

Für die übrigen Hochbauten, wie Schulhäuser, Geschäftshäuser, Hotels und Spitäler, existieren analoge Empfehlungen der EMPA (siehe vorstehende Tabelle).

Eine weitere EMPA-Empfehlung betrifft den Schallschutz von Wohnhäusern in Lärmzonen (siehe nebenstehende Tabelle).

Zusammenfassend ist zu sagen:

Für die Begutachtung und Beurteilung des Lärms steht heute eine große Zahl von genormten oder empfohlenen Meßmethoden und Grenzwerten zur Verfügung.

Nebst dieser objektiven Beurteilung des Lärms ist aber der subjektive Eindruck immer noch von großer Bedeutung.

Auch das beste Gutachten kann nie den Eindruck ersetzen, den sich jeder Richter bei einem Immissionsstreit an Ort und Stelle durch eigene längere Beobachtung gewinnen sollte.

Adresse des Autors:

Anselm Lauber, dipl. Ing. ETH, Vorsteher der Abteilung Akustik und Lärmbekämpfung an der EMPA, 8600 Dübendorf