

Belästigender Lärm am Arbeitsplatz

suvaPro

Sicher arbeiten

Suva
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
Gesundheitsschutz
Postfach, 6002 Luzern

Für Auskünfte:
Tel. 041 419 51 11

Für Bestellungen:
www.suva.ch/waswo
Fax 041 419 59 17
Tel. 041 419 58 51

Belästigender Lärm am Arbeitsplatz

Verfasser: Beat Staubli, Bereich Physik

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

1. Auflage – August 1994

Überarbeitung – Mai 2006

5., vollständig überarbeitete Auflage – November 2006 – 11'500 bis 18'000

Bestellnummer: 66058.d

In der Schweiz arbeiten immer mehr Menschen im Büro.

An Büroarbeitsplätzen ist Lärm der Störfaktor Nummer eins.

Gemäss repräsentativen Umfragen leidet jede/r vierte Arbeitnehmende unter belästigendem Lärm. Diese Broschüre zeigt Ihnen, was es mit dem Lärm auf sich hat, der zwar nicht als gehörgefährdend gilt, aber die Gesundheit der Menschen beeinträchtigen kann. Sie erfahren auch, was Sie tun können, um Lärmbelästigungen zu verhindern.

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Rechtliche Grundlagen	7
2.1	Allgemeines.	7
2.2	Arbeits- und Unfallversicherungsgesetz	7
2.3	EG-Richtlinien und Vorschriften in der Schweiz	8
2.4	SN EN ISO 11690.	9
3	Schallwahrnehmung	10
3.1	Physiologie des Gehörs	10
3.2	Lautstärke	11
3.3	Räumliches Hören	11
3.3.1	Richtungshören	11
3.3.2	Entfernungshören	12
3.4	Verdeckung, Maskierung	12
3.5	Zeitliche Nachverdeckung	12
3.6	Psychoakustik	12
3.7	Psychoakustische Grössen und Einheiten	13
3.7.1	Lautheit.	13
3.7.2	Schwankungsstärke	13
3.7.3	Rauigkeit.	13
3.7.4	Schärfe.	14
3.7.5	Tonhaltigkeit	14
4	Belästigung durch Lärm	15
4.1	Lästigkeit oder Lärmwirkung	15
4.2	Lärmigkeit.	16
4.3	Lärmempfindlichkeit	16
4.4	Lärmbeurteilung am Arbeitsplatz	17
4.5	Richtwerte für belästigenden Lärm	17
4.5.1	Tätigkeitsbezogene Richtwerte	17
4.5.2	Richtwerte für Hintergrundgeräusche in Arbeitsräumen	18
4.5.3	Tieffrequente Geräuschimmissionen.	18
4.5.4	Arbeitssicherheit, Signalerkennung	18

5	Belästigender Lärm am Arbeitsplatz	19
5.1	Büroarbeitsplätze	19
5.1.1	Lärmstörungen im Bürobereich	19
5.1.2	Künstliche Beschallung	21
5.1.3	Akustische Bürogestaltung	21
5.2	Musik am Arbeitsplatz	23
5.3	Verwendung von tragbaren Musik-Wiedergabegeräten	24
5.4	Beurteilung von Lärm an Bildschirmarbeitsplätzen	25
6	Lärmauswirkungen	27
6.1	Lärm und Gesundheit	27
6.2	Auswirkungen von Lärm auf die Gesundheit	28
6.2.1	Schlafstörungen	28
6.2.2	Vegetative Störungen	28
6.3	Soziale Lärmauswirkungen	29
6.3.1	Kommunikationsstörungen	29
6.3.2	Sprachliche Verständigung und Signalwahrnehmung	29
6.3.3	Leistungsfähigkeit	30
7	Lärmbewältigung	31
8	Schlussfolgerungen	32
9	Literaturverzeichnis	33
Anhang 1:	Akustische Grössen und Masseinheiten	35

1 Einleitung

Lärmbelastungen von mehr als 85 dB(A) gelten als gehörgefährdend und müssen vermieden werden. Lärm unter diesem Grenzwert kann belästigend wirken. Als belästigenden Lärm bezeichnet man Schall, der das psychosoziale oder körperliche Wohlbefinden stört und bei den Betroffenen ein Gefühl des Unbehagens auslöst. Lärm behindert die Kommunikation, beeinträchtigt die Konzentration und macht häufig krank.

Der Begriff belästigender Lärm lässt sich nicht objektiv definieren. Schallmessungen und vorgegebene Richtwerte geben lediglich einen Anhaltspunkt für den Grad der Belästigung. Denn der Mensch reagiert sehr subjektiv auf Lärm. Ob ein Geräusch als Belästigung empfunden wird oder nicht, hängt neben der Lautstärke von einer Reihe weiterer Faktoren ab. Massgebend sind die Art des Geräusches und vor allem die Situation und die Einstellung der Betroffenen zur Lärmquelle. Es ist also wenig sinnvoll, mit Akribie Messdaten zu erheben und dabei die Gefühlsebene der Betroffenen ausser Acht zu lassen. Die persönliche Einschätzung ist letztlich entscheidend, ob sich jemand durch Lärm belästigt fühlt. In der Praxis haben sich jedoch die psychoakustischen Messgrössen nicht durchgesetzt. Deshalb erfolgt die Lärmbeurteilung nach wie vor in dB(A).

Trotz dieser Subjektivität wird die krankmachende Wirkung von belästigendem Lärm heute kaum mehr bestritten. Diesem Umstand hat auch der Gesetzgeber Rechnung getragen. Die Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (Gesundheitsvorsorge) enthält tätigkeitsbezogene Richtwerte für belästigenden Lärm am Arbeitsplatz.

Jede/r Vierte fühlt sich durch Lärm am Arbeitsplatz gestört

25 Prozent der erwerbstätigen Bevölkerung in der Schweiz fühlen sich durch Lärm am Arbeitsplatz gestört. Dies ergab eine repräsentative Befragung von 1003 Personen (Alexander M. Lorenz, 2000). Dass dabei Büros als Ort des Geschehens im Zentrum stehen, ist kein Zufall: Mehr als die Hälfte der Arbeitnehmenden in der Schweiz arbeitet im Büro – Tendenz steigend.

Büroarbeitsplätze erfahren in immer kürzeren Abständen tief greifende Veränderungen. Antriebsmotor für diese Entwicklung sind neue Informationstechnologien. Die Verbesserung der Lärmsituation in Büros setzt deshalb neben Kenntnissen auf dem Gebiet der Akustik auch solche in moderner Bürogestaltung voraus.

Die vorliegende Publikation befasst sich ausschliesslich mit dem nicht gehörgefährdenden Lärm am Arbeitsplatz, das heisst mit Lärmbelastungen, die unter 85 dB(A) liegen. Sie informiert über die rechtlichen und physikalischen Grundlagen von belästigendem Lärm, die Schallwahrnehmung sowie die vielfältigen Hintergründe und Auswirkungen von Störungen durch Lärm.

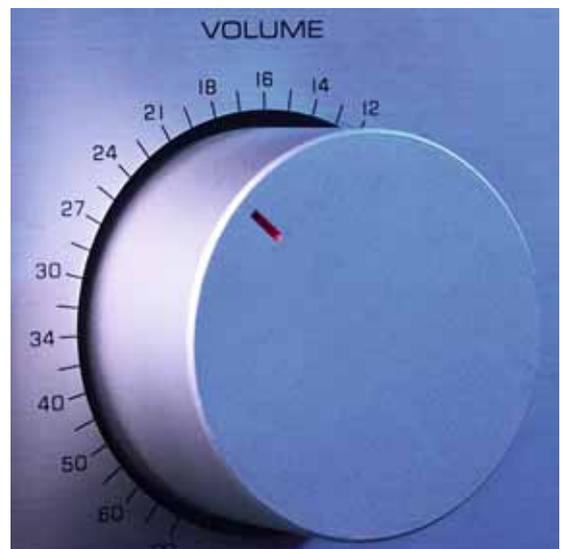


Bild 1: Es ist leichter, Geräusche zu akzeptieren, die wir selbst kontrollieren können.

2 Rechtliche Grundlagen

2.1 Allgemeines

Gesundheit, Wohlbefinden und Sicherheit der Arbeitnehmenden sollen durch Lärm nicht beeinträchtigt werden. **Schädliche Lärmeinwirkungen sind deshalb zu verhindern, lästige Lärmeinwirkungen sind zu begrenzen.** Erschwert werden diese Bemühungen durch die Vielzahl von Lärmquellen, die eine ebenso grosse Zahl von Konzepten und Lärmschutzmassnahmen erforderlich macht. In der Schweiz befasst sich das Bundesamt für Umwelt (BAFU), gestützt auf das Umweltschutzgesetz, mit schädlichen und lästigen Aussenlärmemissionen. Der Lärmschutz am Arbeitsplatz wird durch das Arbeitsgesetz und das Unfallversicherungsgesetz geregelt.

2.2 Arbeits- und Unfallversicherungsgesetz

Der Lärmschutz am Arbeitsplatz ist einerseits im Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (ArG) und andererseits im Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG) geregelt. Während das ArG auch die belästigenden Aspekte von Lärm am Arbeitsplatz einschliesst, beschränkt sich das UVG auf den gehörgefährdenden Lärm. Vollzugsorgan ist die Suva. Für den Vollzug des Arbeitsgesetzes sind das Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) und die kantonalen Arbeitsinspektorate zuständig.

■ Arbeitsgesetz

(ArG vom 13. März 1964,
Stand 1. August 2000)

Artikel 6 ArG regelt die Pflichten der Arbeitgeber und Arbeitnehmer im Bereich der Gesundheitsvorsorge. In Artikel 2 der Verordnung 3 zum ArG (Gesundheitsvorsorge) vom 1. Februar 2000 sind die grundsätzlichen Anforderungen festgehalten: «Der Arbeitgeber muss alle Massnahmen treffen, die nötig sind, um den Gesundheitsschutz zu wahren und zu verbessern und die physische und psychische Gesundheit der Arbeitnehmer zu gewährleisten.»

Artikel 22 ArGV3 enthält konkrete Bestimmungen bezüglich Lärmschutz:

«¹ Lärm und Erschütterungen sind zu vermeiden oder zu bekämpfen.
² Zum Schutz der Arbeitnehmer sind insbesondere folgende Vorkehrungen zu treffen:
a) bauliche Massnahmen;
b) Massnahmen an Betriebseinrichtungen;
c) Isolation oder örtliche Abtrennung der Lärmquelle;
d) Massnahmen der Arbeitsorganisation.»

In der Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz sind konkrete tätigkeitsbezogene Lärmrichtwerte, raumakustische Anforderungen und Richtwerte für Hintergrundgeräusche enthalten (siehe Ziffer 4.5). Verordnung 3 gilt auch für Betriebe, die der Verordnung 4 (ArGV4, Bau und Einrichtung von Betrieben mit Plangenehmigungspflicht) unterstehen.

■ Unfallversicherungsgesetz

(UVG vom 20. März 1981,
Stand 5. November 2002)

Artikel 82 enthält die allgemeinen Vorschriften über die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten. Diese gelten auch für die Gehörschadenprophylaxe, das heisst für die Verhütung von Gehörschäden durch Lärm am Arbeitsplatz:

«¹ Der Arbeitgeber ist verpflichtet, zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.»

Konkrete Vorschriften bezüglich Lärmschutz sind in Artikel 34 VUV (Verordnung über die Unfallverhütung) enthalten:

¹ «Gebäude und Gebäudeteile müssen so gestaltet sein, dass die Gesundheit oder die Sicherheit nicht durch Lärm oder Vibrationen beeinträchtigt wird.
² Arbeitsmittel müssen so gestaltet sein, dass die Gesundheit oder die Sicherheit nicht durch Lärm oder Vibrationen beeinträchtigt wird.
³ Arbeitsmittel und Produktionsverfahren müssen so gestaltet und durchgeführt werden, dass die Gesundheit oder die Sicherheit nicht durch Lärm oder Vibrationen beeinträchtigt wird.»

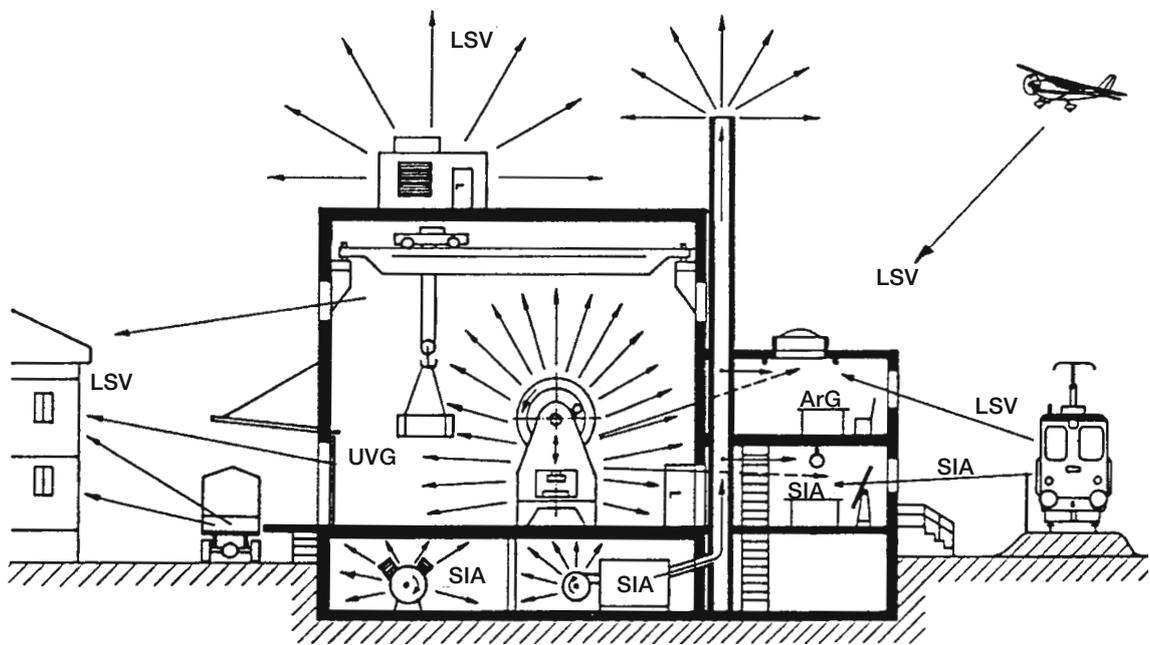


Bild 2: Anwendungsbereiche der Lärmvorschriften in der Schweiz.

LSV = Lärmschutzverordnung SIA = Schallschutz im Hochbau (SIA-Norm 181)
 UVG = Unfallversicherungsgesetz ArG = Arbeitsgesetz

2.3 EG-Richtlinien und Vorschriften in der Schweiz

Die Lärmschutzrichtlinie 2003/10/EG enthält Mindestvorschriften zum Schutz der Gesundheit der Arbeitnehmenden vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen. Diese Richtlinie löste am 15. Februar 2006 die Richtlinie 86/188/EWG vom 12. Mai 1986 ab (Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz).

Die ab 1. Januar 2007 in der Schweiz geltenden Lärmgrenzwerte weichen nur unbedeutend von denjenigen der Richtlinie 2003/10/EG ab:

Erreicht oder überschreitet der auf einen Arbeitstag von 8 Stunden berechnete Lärmexpositionspegel L_{EX} 85 dB(A), so ist eine Beurteilung der Gehörgefährdung vorzunehmen, und es sind die notwendigen Massnahmen zu treffen:

Impulsartiger Schall

Überschreitet der Schalldruckspitzenpegel L_{Peak} 135 dB(C), so ist eine Beurteilung der Gehörgefährdung, basierend auf dem über eine Stunde aufsummierten Schallleistungspegel L_E in dB(A), vorzunehmen, und es sind die notwendigen Massnahmen zu treffen:

$L_E < 120$ dB(A) → Massnahmen M1

$L_E \geq 120$ dB(A) und $L_E < 125$ dB(A)

→ Massnahmen M2, Berechtigung zur Gehöruntersuchung

$L_E \geq 125$ dB(A) → Massnahmen M2, Verpflichtung zur Gehöruntersuchung

Beurteilungsgrösse	Massnahmen
Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A) und Jahres-Lärmexpositionspegel $L_{EX,2000h} < 85$ dB(A)	M1
Jahres-Lärmexpositionspegel $L_{EX,2000h} \geq 85$ dB(A)	M2, Berechtigung zur Gehöruntersuchung
Jahres-Lärmexpositionspegel $L_{EX,2000h} \geq 88$ dB(A)	M2, Verpflichtung zur Gehöruntersuchung

Tabelle 1: Neue Lärmgrenzwerte ab 1.1.2007 in der Schweiz.

Massnahmen zum Schutz des Gehörs

Im Folgenden werden die einzelnen Massnahmen aufgelistet, die aufgrund der Lärmbelastung am Arbeitsplatz zu treffen sind.

Massnahmen M1:

- Lärmschutzkonzept erstellen, Möglichkeiten zur Lärmbekämpfung erfassen
- Information der Arbeitnehmenden über Gefährdung des Gehörs durch Lärm und über Auswirkungen eines Gehörschadens
- Instruktion der Arbeitnehmenden über notwendige Schutzmassnahmen und deren Anwendung
- kostenlose Abgabe von geeigneten Gehörschutzmitteln
- Tragen von Gehörschutzmitteln bei lärmigen Arbeiten empfehlen
- keine Beschäftigung von schwangeren Mitarbeiterinnen in dieser Tätigkeit

Massnahmen M2, zusätzlich zu M1:

- Massnahmen zur Lärmbekämpfung treffen
- Kennzeichnen von Arbeitsplätzen, Geräten und Lärmbereichen mit dem Zeichen «Gehörschutz obligatorisch»
- Tragen von Gehörschutzmitteln bei lärmigen Arbeiten durchsetzen

Die Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie) schreibt in Ziffer 1.7.4.2 seit 1.1.1993 eine **Deklarationspflicht** für technische Einrichtungen und Geräte vor, wenn der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen des Bedienungspersonals 70 dB(A) überschreitet (Emissionspegel am Arbeitsplatz oder Schalleistungspegel). Die Vorschriften zwingen die Hersteller, für ihre Geräte oder Anlagen klare Aussagen bezüglich Lärmentwicklung zu machen.

Dies hat für den Kunden den Vorteil, dass er einen objektiven Vergleich zwischen einzelnen Produkten anstellen kann. **Wer lärmarme Maschinen kauft, muss den Lärm nicht nachträglich mit teuren Massnahmen bekämpfen.**

2.4 SN EN ISO 11690

Die SN EN ISO 11690 «Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten» umfasst die drei Teile «Allgemeine Grundlagen», «Lärminderungs-massnahmen» und «Schallausbreitung und -vorausberechnung in Arbeitsräumen». Sie beschreibt neben dem grundlegenden Vorgehen bei der Lärminderung (Emission, Immission und Exposition) auch Strategien, um Lärmprobleme an bestehenden und geplanten Arbeitsplätzen zu lösen. Sie ist anwendbar auf alle Arten von Arbeitsplätzen und auf alle Arten von Schallquellen im Hörbereich, die in Arbeitsräumen vorkommen können. Auch menschliche Aktivitäten sind eingeschlossen. Grundsätzlich ist der Lärm am Arbeitsplatz so tief wie technisch möglich zu halten, damit gesundheitliche Schäden vermieden werden. Die EN-Norm enthält auch Hinweise, was beim Kauf einer neuen Maschine oder Anlage zu beachten ist.

3 Schallwahrnehmung

3.1 Physiologie des Gehörs

Das menschliche Gehör ist ein hochsensibles Sinnesorgan. Es funktioniert wie ein sehr schnelles, nichtlineares, parallel verarbeitendes Filtersystem mit einem hohen Auflösungsvermögen im Frequenz- und Zeitbereich. Es kann Zeitsignale trennen, die nur 2 Millisekunden voneinander entfernt sind. **Es empfindet bei gleichem Schalldruckpegel breitbandige Geräusche als wesentlich lauter als schmalbandige, die frequenzabhängige Empfindlichkeit ist zudem pegelabhängig.** Das Gehör ist bei kleinen Pegeln ein schmalbandiger und bei hohen Pegeln ein breitbandiger Empfänger. Bei zwei subjektiv gleich laut wahrgenommenen Geräuschen können in der Praxis Pegelunterschiede von mehr als 10 dB(A) bestehen. Der Grund liegt in der

speziellen Fähigkeit des menschlichen Gehörs zur Geräuschanalyse.

Die Analyse

Die von einer Quelle ausgehenden Schallwellen werden von der Ohrmuschel aufgefangen und im Gehörgang durch Resonanz verstärkt. Das Trommelfell nimmt die Luftschwingungen auf und leitet sie über die Gehörknöchelchen zum Innenohr weiter. In der Schnecke liegt das Hörsinnesorgan mit den Sinneszellen. Die bioelektrischen Impulse werden über den Hörnerv zum verlängerten Mark geleitet. Dort liegen die Oliven, die ein Schaltzentrum bilden, in dem sich die linke und rechte Hörbahn überkreuzen. Die Hörbahn führt zum Hörzentrum im Grosshirn, wo die Nervenimpulse verarbeitet werden.

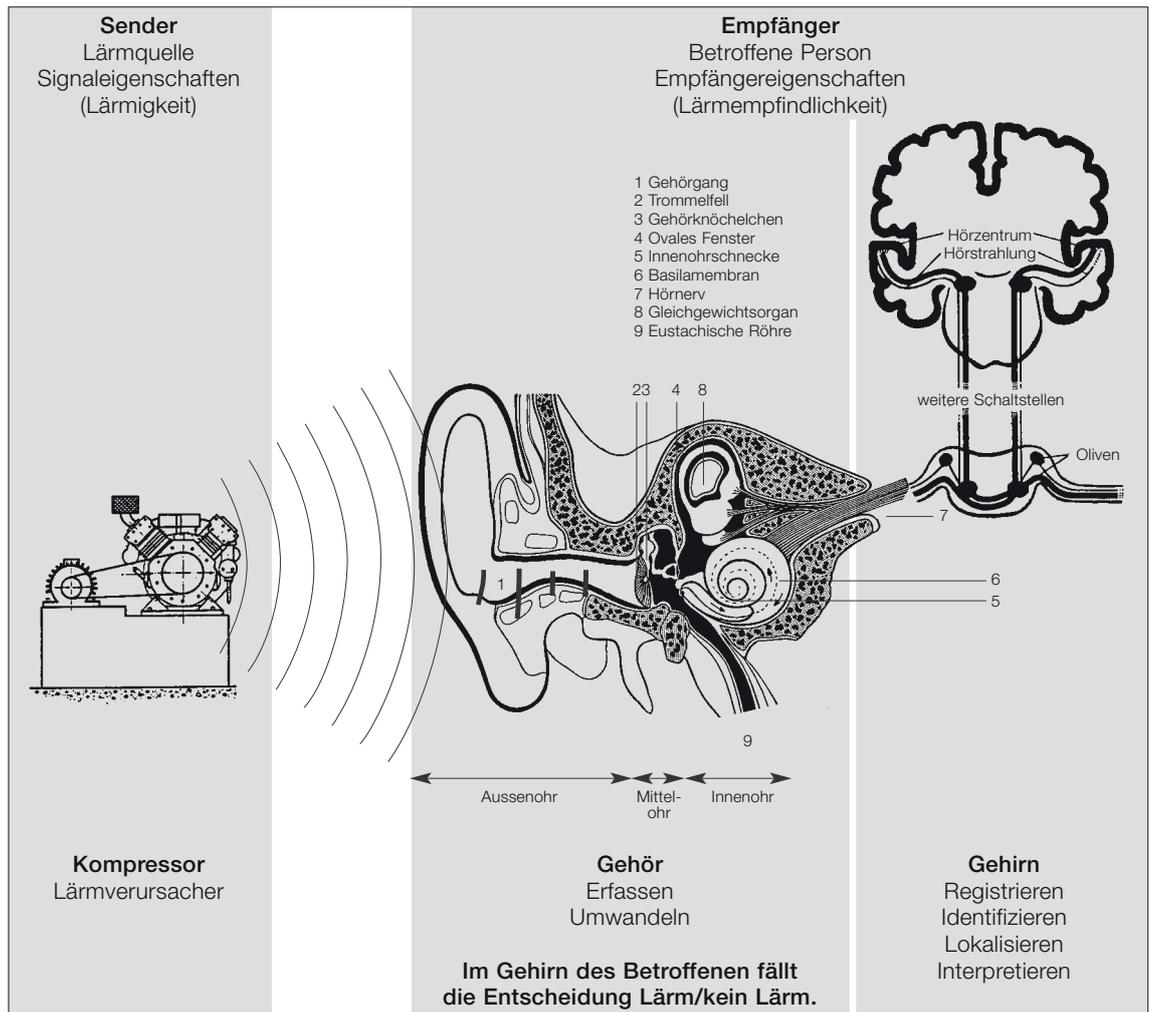


Bild 3: Signalverarbeitung durch das menschliche Gehör.

Die Nervenimpulse lösen bestimmte Reaktionen aus (Wohlbefinden, Warnung, Belästigung). Die Reaktionen (Lärmwirkungen) sind einerseits von den Signaleigenschaften (Lärmigkeit) abhängig, andererseits von der inneren Einstellung der exponierten Person und von den Anforderungen der geräuschexponierten Tätigkeit (Lärmempfindlichkeit). Im Gehirn der Betroffenen wird der Schall in Abhängigkeit von Frequenz und Intensität registriert, seine Beschaffenheit analysiert und mit anderen Faktoren in Beziehung gebracht. Ein Ergebnis dieser fortlaufenden Verarbeitungsprozesse ist die Entscheidung, ob der Schall als **Lärm** bewertet wird oder nicht (Bild 3).

3.2 Lautstärke

Die subjektiv empfundene Lautstärke eines Schalls ist nicht nur vom Schalldruck, sondern auch von der Schallfrequenz abhängig: Niedrige Frequenzen werden wesentlich weniger laut empfunden als hohe. Die Hörempfindung lässt sich am besten in Form von Kurven gleicher Lautstärke darstellen (siehe Bild 4). Diese Kurven, Isophonen genannt, geben Pegel-Frequenzgruppen an, die im statistischen Mittel von vielen Versuchspersonen als gleich laut empfunden werden. Es zeigt sich, dass das Gehör für Frequenzen im Bereich von 1 bis 4 kHz am empfindlichsten ist, gegen tiefere bzw. höhere Frequenzen nimmt die Empfindlichkeit dagegen deutlich ab. So muss beispielsweise der Schallpegel eines reinen Tons von 20 Hz mindestens 75 dB betragen, damit er vom Menschen überhaupt gehört wird. Bei der Schallmessung berücksichtigt man dies mit dem genormten A-Filter, das tiefe Frequenzen abschwächt. Für die Lärmbeurteilung wird der Schalldruckpegel stets in dB(A) angegeben.

Für einen Ton mit einer Frequenz von 1000 Hz liegt die Hörschwelle ungefähr bei 0 dB. Auf diesen Ton, der als Referenzton oder physikalischer Normalton bezeichnet wird, beziehen sich die Werte der Hör- und Schmerzschwelle. Der Verlauf der Kurven zeigt, dass bei gleichem Schallpegel Töne verschiedener Frequenzen unterschiedlich laut wahrgenommen werden. Die subjektiv wahrgenommene Lautstärke wird in phon (ph) angegeben. Bei 1000 Hz entspricht der dB-Wert dem Phon-Wert.

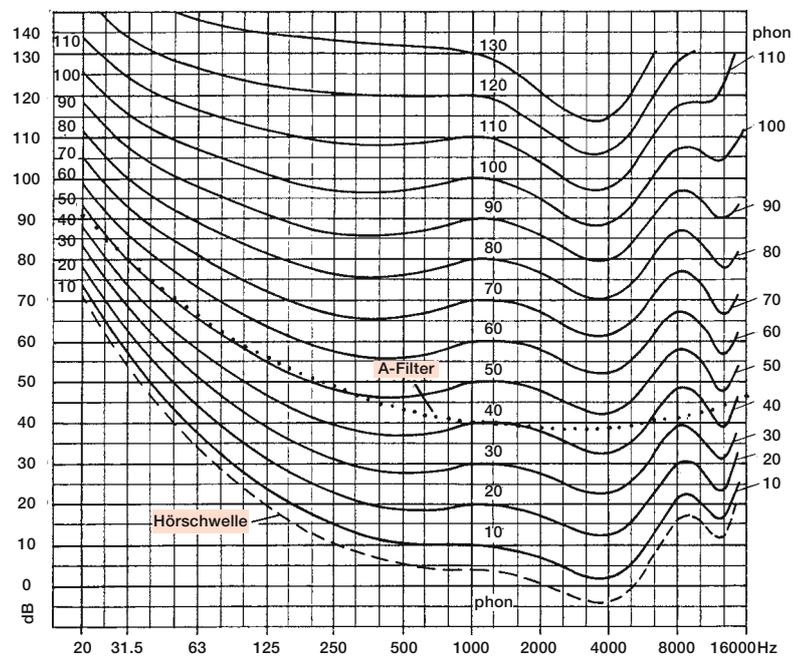


Bild 4: Beziehungen zwischen Schallfrequenz, Schalldruckpegel und subjektiver Lautstärke in phon.

3.3 Räumliches Hören

3.3.1 Richtungshören

Unser Gehör ermöglicht die räumliche Lokalisierung einer Schallquelle aufgrund der interauralen Signalverarbeitung (getrennte Wahrnehmung und zentrale Verarbeitung der unterschiedlichen Informationen) von Zeit und Intensitätsdifferenzen zwischen rechtem und linkem Ohr. Dieses so genannte **Richtungshören** basiert einerseits auf der ganz kleinen Zeitdifferenz, mit der die Schallwellen das «nähere» und das «entferntere» Ohr erreichen, andererseits auf der ebenso minimalen Differenz der auf das eine und andere Ohr einwirkenden Schallintensitäten. Diese sind frequenzabhängig und werden durch die Richtcharakteristik der Ohrmuschel mit besonderem Einfluss auf die vertikale Raumorientierung noch zusätzlich beeinflusst. **Geräusche mit hohen Frequenzen sind gut lokalisierbar, während Frequenzen unter 150 Hz kaum lokalisierbar sind.**

3.3.2 Entfernungshören

Das menschliche Gehör kann die Entfernung einer Schallquelle nur mangelhaft erfassen. Für bekannte Geräusche kann dennoch indirekt die Entfernung wahrgenommen werden. Aufgrund der frequenzabhängigen Dämpfung akustischer Signale wird das Spektrum in Abhängigkeit von der Entfernung so verändert, dass man aus der Veränderung des Klangcharakters auf die Entfernung schliessen kann. Das Schallereignis klingt mit zunehmender Entfernung immer dumpfer, weil höhere Frequenzen mit grösser werdendem Abstand stärker gedämpft werden (z. B. Donnertrommeln). Nachhall unterstützt das Entfernungshören in Räumen.

3.4 Verdeckung, Maskierung

Den Vorgang der Verdeckung kann man anhand der Erregung der Basilarmembran im Innenohr veranschaulichen. Ein verdeckender Ton erregt die Basilarmembran nicht nur an derjenigen Stelle zu Schwingungen, die seiner Frequenz zugeordnet ist, sondern auch auf beiden Seiten davon. Soll gleichzeitig ein zweiter, frequenzbenachbarter Ton hörbar werden, so muss er die seiner Frequenz zugeordnete Stelle auf der Basilarmembran stärker erregen als der erste, verdeckende Ton.

Das Wahrnehmen des lautereren und das Nichtmehr-Wahrnehmen des leiseren von zwei gleichzeitig eintretenden Schallereignissen heisst **Verdeckung** (auch Maskierung genannt). Das Eintreten einer Verdeckung hängt sowohl vom Verhältnis der Schalldruckpegel als auch von den Spektren des verdeckenden und des verdeckten Schalls ab. Ein zunächst verdecktes Schallsignal taucht bei Erhöhung seines Pegels plötzlich wieder auf und wird damit hörbar. Die Grenze für das Wieder-Hörbarwerden ist sehr scharf und genau bestimmbar: Die Verdeckung hochfrequenter Schalle durch tieffrequente ist wesentlich stärker ausgeprägt als umgekehrt. Für die Lautstärkeempfindung ist das verdeckte Signal zu vernachlässigen. Das Phänomen der Verdeckung findet in den Quellencodierverfahren (Datenreduktion) Anwendung.

3.5 Zeitliche Nachverdeckung

Mit der Nachverdeckung wird ein kurzzeitiger Verdeckungseffekt im Gehör bezeichnet, der darin besteht, dass leise Schallanteile, die auf laute Signale folgen, unhörbar sind. Vereinfacht ausgedrückt dauert es nach dem Abschalten eines Schallsignals etwa 10–100 Millisekunden, bis das Gehör wieder voll empfindlich ist. Die Abklingdauer hängt von der Signalfrequenz und vor allem von der Dauer des Signals ab. Eine kürzere Dauer ergibt eine kürzere Abklingzeit, hohe Frequenzen haben eine kürzere Abklingzeit als tiefe.

3.6 Psychoakustik

Die Psychoakustik ist die Wissenschaft vom Hören bzw. von der Wahrnehmung von Schall. Sie ist ein Teilgebiet der Psychophysik, die ihrerseits ein Teilgebiet der Psychologie ist. Zum einen analysiert und ordnet die Psychoakustik die Welt der **Hörwahrnehmungen** und liefert damit eine Beschreibung, die es ermöglicht, Schallsignale durch ihre Kenngrößen – z. B. Lautheit, Schwankungsstärke, Schärfe – darzustellen. Zum anderen schafft sie auch eine Verbindung zwischen dieser subjektiven Beschreibungsweise und der uns geläufigeren Welt der Physik, in der dasselbe Schallsignal mittels seiner objektiven Kenngrößen – wie Pegel, Frequenz, Zeitdauer – beschrieben wird. Ziel der Psychoakustik ist es, den Zusammenhang zwischen physikalischen Parametern und Empfindungsattributen zu erkennen und zu quantifizieren.

3.7 Psychoakustische Grössen und Einheiten

3.7.1 Lautheit

Weil die akustischen Reize im Ohr und im Gehirn umgewandelt und verarbeitet werden, hängt die empfundene Lautstärke nicht nur vom gemessenen Schalldruckpegel ab. Eine Verdoppelung des Schalldrucks (entspricht einer Zunahme von 6 dB) bedeutet deshalb keineswegs eine Verdoppelung der subjektiv empfundenen Lautstärke. Dank der Einführung der **Lautheit N** in **sones** (sonare = lat. tönen) ist es gelungen, eine **lineare** Beziehung zur Lautstärkeempfindung zu schaffen. Danach entspricht der Schalldruckpegel eines 1kHz-Tones von 40 dB einer Lautheit von 1 sone. Eine Pegelerhöhung um 10 dB ergibt eine Verdoppelung der wahrgenommenen Lautheit. Ein 1-kHz-Ton von 50 dB hat demnach eine Lautheit von 2 sone.

Der Vorteil der Lautheitsmessung liegt darin, dass die wichtigsten Gehöreigenschaften in einer einzigen Grösse berücksichtigt werden:

- Die Frequenzachse wird in eine gehörgerechte Tonheitsachse, die so genannte Barkskala (Frequenzgruppen), transformiert.
- Die Verdeckungseigenschaften des Gehörs für die benachbarten Töne oder Terzpegel werden berücksichtigt.
- Der Lautstärkepegel L_N bei konstantem dB(A)Pegel steigt mit zunehmender Bandbreite Δf .
- Die Abhängigkeit der Nachverdeckung von der Schalldauer wird einbezogen (nur mit Echtzeit-Lautheitsanalysator möglich).

Die spezifischen Lautheiten addieren sich **linear** und nicht energetisch-logarithmisch wie beim Schalldruckpegel! Dadurch wird die Breitbandigkeit eines Geräusches betont, was der Empfindung näherkommt.

Die Lautheits-Messmethode ergibt in gewissen Fällen eine bessere Übereinstimmung zwischen dem Messwert und dem subjektiven Eindruck der Lautstärke als der Schalldruckpegel in dB(A). Dennoch konnte sich diese Messmethode bis heute nicht durchsetzen, weil die Masseinheit Dezibel fest etabliert ist.

3.7.2 Schwankungsstärke

Periodische Schwankungen der Amplituden und Frequenzparameter von Geräuschen werden in Abhängigkeit von der Modulationsfrequenz unterschiedlich empfunden. Bis zu einer Zahl von 5 Schwankungen pro Sekunde kann das Gehör den Amplituden- und Tonhöheschwankungen präzise folgen und nimmt Änderungen der Lautstärke und Tonhöhe wahr. Bei mehr als 5 Schwankungen pro Sekunde machen sich bereits Trägheitserscheinungen bemerkbar, denn das Gehör integriert Reizdarbietungen bis zur Grenzdauer von etwa 200 ms. Bis zu Modulationsfrequenzen von ca. 20 Hz kann dabei eine Schwankung wahrgenommen werden. Die **Schwankungsstärke F** ist ein Massstab für Lautstärkeänderungen. Sie wird in **vacil** (vacillare = lat. schwanken) gemessen und weist bei 4 Hz ein Maximum auf. Sie hängt vom Pegel, vom Modulationsgrad und von der Modulationsfrequenz ab. Zeitliche Schwankungen des Schalls sind sehr häufig und beeinflussen die Lästigkeit besonders dann, wenn die Schwankungen markant sind. Typische Beispiele für schwankende Geräusche sind Stanzautomaten oder Rammgeräte mit Dieselhammer.

3.7.3 Rauigkeit

Bei Erhöhung der Modulationsfrequenz auf über 20 Hz geht die Schwankungsempfindung in eine Rauigkeitsempfindung über. Die Rauigkeit entsteht bei Schallsignalen mit starker zeitlicher Struktur aufgrund von Amplituden- und Frequenzmodulationen. Besonders bei Modulationsfrequenzen zwischen 20 und 250 Hz entstehen deutlich wahrnehmbare Rauigkeiten. Noch rascheren Schallfluktuationen kann das Gehör aufgrund seines begrenzten zeitlichen Auflösungsvermögens nicht mehr folgen. Neben der Modulationsfrequenz bestimmt auch die Pegeldifferenz die Rauigkeit. Die maximale Rauigkeit tritt bei einer Modulationsfrequenz von ca. 70 Hz auf. Die Einheit, in der die **Rauigkeit R** angegeben wird, ist **asper** (= lat. rau, uneben). Typische raue Geräusche sind: rollendes R, Dieselmotor und Nadeldrucker. Praktisch angewendet wird die Rauigkeit vor allem bei der Zustands- und Qualitätsüberwachung von Maschinen und Anlagen.

3.7.4 Schärfe

Ein Schall wird als scharf und unangenehm empfunden, wenn er vorwiegend Spektralanteile bei hohen Frequenzen aufweist. Die Schärfe repräsentiert einen wesentlichen Teil der Klangfarbenwahrnehmung. Die spektrale Feinstruktur eines Geräusches ist dabei von untergeordneter Bedeutung. Die **Schärfe S** hängt somit von der spektralen Hüllkurve des Geräusches ab. Sie vermindert den Wohlklang eines Geräusches und erhöht die Lästigkeit von Schallen. Sie wird in **acum** (= lat. scharf) gemessen. Weisses Rauschen hat wegen des grösseren Anteils hoher Frequenzen eine grössere Schärfe als rosa Rauschen (Bild 5). Typische Beispiele für scharfe Geräusche sind: Zahnbohrer, Ultraschallbad oder Holzkreissägen. Für die gehörbezogene Geräuschanalyse ist von besonderer Bedeutung, dass es möglich ist, durch Hinzufügen tieffrequenter Spektralanteile die Schärfe von Geräuschen zu reduzieren. Obwohl dabei die Lautheit in der Regel ansteigt, wird häufig das modifizierte Geräusch wegen der geringeren Schärfe bevorzugt.

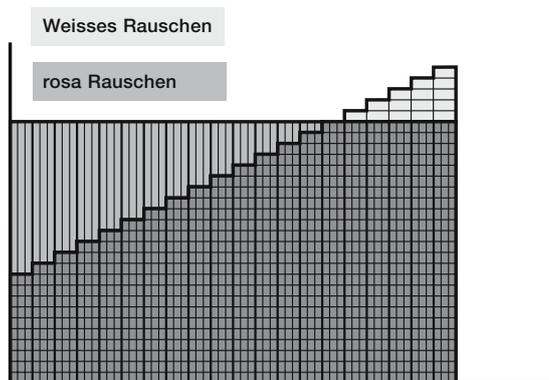


Bild 5: Weisses und rosa Rauschen.

3.7.5 Tonhaltigkeit

Ist aus einem Geräusch ein Dauerton mit deutlich erkennbarer Tonhöhe herauszuhören, so wird unsere Aufmerksamkeit unwillkürlich geweckt. Ist der Ton unerwünscht (also Lärm), kann er viel lästiger sein als ein Rauschen gleicher Lautstärke. Im Alltag sind viele Warnsignale bewusst sehr tonhaltig gestaltet. Die Tonhöhe von Schallen wird längs einer Skale «hoch – tief» abgestuft. Unabhängig von der Tonhöhe eines Schalles kann auch die Deutlichkeit der Tonhöhenempfindung skaliert werden. Die Ergebnisse solcher Versuche führen zur Hörempfindung «Ausgeprägtheit der Tonhöhe». Verschiedenartige Schalle können den gleichen Tonhöhenwert in unterschiedlicher Ausgeprägtheit erzeugen. Die deutlichste Tonhöhe wird durch einen Sinuston erzeugt. Werden Töne durch Geräusche teilweise maskiert, nimmt die Ausgeprägtheit ihrer Tonhöhe ab. Töne, die um 10 dB über der Mithörschwelle liegen, erzeugen nur etwa die halbe Ausgeprägtheit der Tonhöhe. Liegen die Töne um mehr als 20 dB über der Mithörschwelle, tritt die maximal mögliche Ausgeprägtheit der Tonhöhe auf. Die Ausgeprägtheit der Tonhöhe, die **Tonhaltigkeit AdT**, wird in Prozent angegeben. Die Tonhaltigkeit hat für die gehörbezogene Geräuschanalyse eine besondere Bedeutung. Geräusche mit deutlich wahrnehmbaren tonalen Komponenten werden nämlich häufig als besonders lästig beurteilt, weil sie die Aufmerksamkeit auf sich ziehen und ablenkend wirken. Vereinfacht kann gesagt werden: **Ein Geräusch ist dann tonhaltig, wenn der entsprechende Ton gepfiffen oder gesungen werden kann.**

4 Belästigung durch Lärm

4.1 Lästigkeit oder Lärmwirkung

Die Reaktion auf Lärm ist individuell sehr unterschiedlich und weniger von der Intensität als von der Art des Lärms abhängig. Die physikalischen Eigenschaften von Geräuschen, wie Dauer, Häufigkeit, zeitlicher Verlauf, Frequenzzusammensetzung und Impulshaltigkeit, genügen nicht, um die Lästigkeit beurteilen zu können. Der Eindruck der Lästigkeit ist vielmehr das Ergebnis des Zusammenwirkens von Schall mit bestimmten Tätigkeiten, Zuständen oder Eigenschaften von Personen. Ob ein Geräusch als lästig empfunden wird, hängt immer auch von der Art der Tätigkeit (z. B. geistige Tätigkeit oder Routinearbeit), von der Einstellung zu Lärm und Lärmerzeuger sowie von den biologischen und psychischen Voraussetzungen der Betroffenen ab.

Die Lästigkeit oder Lärmwirkung kann durch die beiden Komponenten **Lärmigkeit** und **Lärmempfindlichkeit** beschrieben werden. Die Lärmigkeit ist eine objektive Grösse, die allein von den Signaleigenschaften abhängt. Sie ist unabhängig vom individuellen Empfinden der Person. Demgegenüber ist die Lärmempfindlichkeit eine subjektive Grösse, die von den Eigenschaften des Individuums abhängig ist (Empfängereigenschaften).

Nicht alle Geräusche sind eine Belästigung. Naturgeräusche, wie das Blätterrauschen oder das Plätschern eines Brunnens, empfinden wir im Allgemeinen als angenehm. Geräusche, die andere unangenehme Lärmquellen maskieren und so ein angenehmes Gefühl des «Für-sich-Seins» vermitteln, werden als beruhigend empfunden. Dagegen gibt es eine Vielzahl von Geräuschen und Lärmsituationen, die vom Menschen subjektiv als unangenehm und lästig beurteilt werden.



Bild 6: Des einen Freud, des andern Leid.

Die Störwirkung erhöht sich, wenn das Geräusch:

- einen grossen Störabstand gegenüber dem Grundpegel aufweist
- auffällig ist (bedingt durch besondere Ton- oder Impulshaltigkeit)
- in seiner Umgebung fremd ist
- als vermeidbar gilt (z. B. tropfender Wasserhahn)
- informationshaltig ist (z. B. Zahnbohrer)

Zusätzlich beeinflussen folgende Faktoren die Störwirkung:

- Geräuschart (z. B. künstliche oder natürliche Lärmquelle)
- Zeitpunkt (z. B. Arbeits- oder Freizeit)
- Lokalisierbarkeit der Lärmquelle

Generell kann gesagt werden, dass Geräusche schon ab 30 dB(A) belästigend wirken können. Bei Geräuschen von geringer Lautstärke steuert offenbar der Informationsgehalt die Lästigkeit, während es bei lauten Geräuschen eher die Schallintensität ist.

4.2 Lärmigkeit

Entscheidend für die Lärmigkeit eines Schalleignisses ist sein **Störabstand**, das heisst die durch einen Schallpegel oder Frequenzunterschied bedingte Heraushebung aus einem Stör- oder Grundgeräuschpegel. Geräusche, deren Störabstand mehr als 10 dB(A) beträgt, werden in der Regel als stark belästigend empfunden. Besonders wichtig ist die Begrenzung des Störabstandes auf Werte kleiner 10 dB(A) bei stationären Dauerschallquellen, z. B. Lüftern, Transformatoren usw.

Die objektiv bestimmbaren Parameter der Hörwahrnehmung sind Gegenstand der Schallmesstechnik. Dabei sind ausser dem A-bewerteten Schalldruckpegel die spektrale Zusammensetzung und die zeitliche Struktur des Signals von Bedeutung.

■ Lautstärke (Schalldruckpegel)

Der Schalldruckpegel in dB(A) ist ein Mass für die empfundene Lautstärke. **Je höher der Schallpegel, desto störender ist ein Geräusch.**

■ Frequenzzusammensetzung

Hohe Frequenzen (scharfe Geräusche, z. B. Kreissäge) sind störender als tiefe. Tonhaltige Geräusche sind lästiger als Rauschen, da sie die Aufmerksamkeit des Hörers auf sich lenken. **Besonders unangenehm sind Geräusche mit einem spektralen Pegelmaximum zwischen 3 und 4 kHz.**

■ Zeitliche Struktur

Impulshaltige oder intermittierende Geräusche wirken stärker belästigend als kontinuierliche. Bei einer Schallpegelmittelung geht die zeitliche Struktur verloren. Es ist daher wichtig,

zusätzlich den Schallpegelbereich ($L_{\text{Min}}-L_{\text{Max}}$) und die Schwankungsstärke (Mass für Lautstärkeänderung) des Geräusches zu kennen.

Grosse Schallpegelschwankungen sind sehr unangenehm.

■ Einwirkungsdauer

Die Expositionsdauer wird in der Messtechnik in Form des Lärmexpositionspegels L_{EX} berücksichtigt. **Je länger das Ereignis dauert, desto störender ist es.**

4.3 Lärmempfindlichkeit

Die Lärmempfindlichkeit ist sehr stark von der **Tätigkeit, dem psychosozialen Umfeld** und den **individuellen Neigungen** der lärmexponierten Person beeinflusst. Es gibt diesbezüglich grosse Unterschiede. Die subjektiven Parameter der Lärmempfindlichkeit lassen sich nur aufgrund von Statistiken beschreiben. Eine Umsetzung in objektive Grössen ist kaum möglich. Eine negative Einstellung gegenüber einem Geräusch kann physiologische Reaktionen wie Blutdruckänderungen und Schlafstörungen verstärken. Die hauptsächlichen Einflussgrössen der Lärmempfindlichkeit lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

■ Innere Einstellung

Die Lärmempfindlichkeit ist nicht nur von Mensch zu Mensch, sondern – je nach Zustand und Situation – auch bei ein und demselben Menschen verschieden. Entscheidend für den Belästigungsgrad eines Geräusches sind die emotionale Einstellung zum Geräusch und/oder zum Geräuscherzeuger, die gemachten und gespeicherten Erfahrungen mit einem bestimmten Geräusch und die Gewöhnung an eine Geräuschsituation. **Unfreiwillig Beschallte fühlen sich stärker gestört als Lärmverursacher.**

■ Momentane Disposition

Die psychophysische Verfassung (z. B. Krankheit, Ermüdung, Nervosität, Kopfweh, Ärger, Hörvermögen) hat einen entscheidenden Einfluss auf die Lärmwirkung. **Ermüdete und kranke Personen fühlen sich stärker durch Lärm gestört als ausgeruhte und gesunde.**

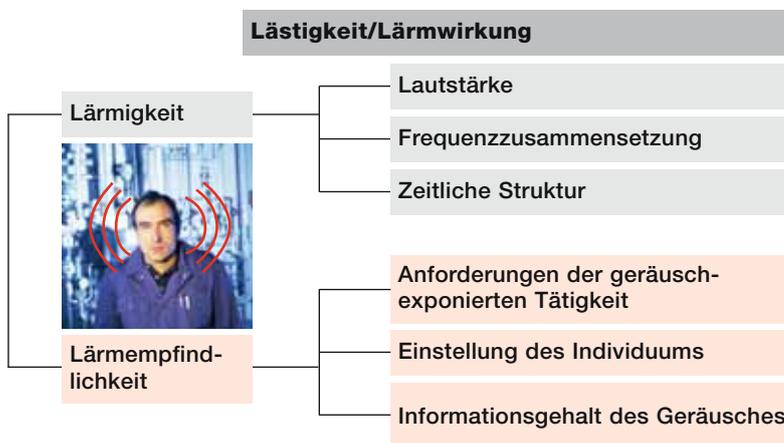


Bild 7: Schema Lästigkeit/Lärmwirkung.

4.4 Lärmbeurteilung am Arbeitsplatz

Für die Lärmbeurteilung muss die für den Arbeitsplatz charakteristische Geräuschimmission ermittelt werden. Diese Immission ergibt sich aus den Geräuschen, die bezüglich Häufigkeit des Auftretens, Art und Entstehung für den Arbeitsplatz längerfristig typisch (repräsentativ) sind. Die Höhe der Lärmbelastung ist abhängig von der Art der Geräuschquelle, den Ausbreitungsbedingungen im Raum und der Exposition der betreffenden Person. Lärm kann eine Person – je nach Beanspruchung durch eine Tätigkeit – unterschiedlich belasten. Aus diesem Grunde wurden im Belästigungsbereich Lärmrichtwerte festgelegt, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten. Für die Arbeitsräume wurden raumakustische Anforderungen formuliert. Selbst wenn die unter Ziffer 4.5.1 festgelegten tätigkeitsbezogenen Richtwerte eingehalten werden, können Klagen über Lärmbelästigungen nicht ausgeschlossen werden.

4.5 Richtwerte für belästigenden Lärm

4.5.1 Tätigkeitsbezogene Richtwerte

Bei den in Tabelle 2 zusammengestellten Richtwerten handelt es sich um Lärmexpositionspegel L_{EX} . Sie beinhalten sämtliche auf den Arbeitsplatz einwirkenden Lärmimmissionen, mit Ausnahme der eigenen Kommunikation (Gespräche mit anderen Personen, Telefon-Klingeltöne, akustische Signale usw.) unter Berücksichtigung der Expositionsdauer. Können die Mindestanforderungen mit zumutbarem Aufwand nach der betrieblich möglichen

Lärminderung nicht eingehalten werden, sind den Arbeitnehmenden bei Lärmexpositionspegeln über 80 dB(A) geeignete Gehörschutzmittel zur Verfügung zu stellen. Die erhöhten Anforderungen sind als Lärminderungsziele zu verstehen. Sie basieren auf der gesetzlichen Verpflichtung, dass Geräusche – unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der gegebenen Verhältnisse – auf den niedrigstmöglichen Pegel reduziert werden müssen.

Die Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz enthält Richtwerte (Tabelle 2) für drei verschiedene Gruppen von Tätigkeiten:

■ Gruppe 1:

Vorwiegend handwerkliche Routinearbeiten mit kurzzeitigen oder geringen Anforderungen an die Konzentration.

Beispiele: Arbeiten an Bearbeitungs- und Fertigungsmaschinen, Vorrichtungen und Geräten, Servicearbeiten usw.

■ Gruppe 2:

Sich wiederholende geistige Tätigkeiten mit zeitweise oder ständig hohen Anforderungen an die Konzentration.

Beispiele: Disponieren, Datenerfassung, PC-Arbeiten, Verkaufen, Arbeiten in Betriebs- und Meisterbüros usw.

■ Gruppe 3:

Tätigkeiten, die dauernd hohe Anforderungen an die Konzentration stellen und schöpferisches Denken erfordern.

Beispiel: Wissenschaftliches Arbeiten, Entwickeln von Programmen, Entwerfen, Übersetzen, Tätigkeiten in Funkräumen usw.

Tätigkeit	Lärmexpositionspegel L_{EX} in dB(A)	
	Normalanforderung	Erhöhte Anforderung
Gruppe 1 Industrielle und gewerbliche Tätigkeiten	< 85	≤ 75
Gruppe 2 Allgemeine Bürotätigkeiten und vergleichbare Tätigkeiten in der Produktion und Überwachung	≤ 65	≤ 55
Gruppe 3 Überwiegend geistige Tätigkeiten, die eine hohe Konzentration verlangen	≤ 50	≤ 40
Normalanforderung:	Richtwerte, die in der Regel im überwiegenden Teil der Anwendungsfälle einzuhalten sind.	
Erhöhte Anforderung:	Richtwerte für Lärminderungsziele. Gleichzeitig sind sie als Richtwerte bei erhöhten Ansprüchen an die Arbeitsleistung, die Arbeitsqualität und bei besonderer Konzentration usw. zu betrachten.	

Tabelle 2: Tätigkeitsbezogene Richtwerte.

Raum	Lärmexpositionspegel L_{EX} in dB(A)	
	Normalanforderung	Erhöhte Anforderung
Kleinbüro (bis 3 Personen)	40	35
Mittleres Büro	40	35
Sitzungs- und Konferenzzimmer	40	35
Grossraumbüro	45	40
Büro mit mehreren Büromaschinen	45	40
EDV-Maschinenraum	50	45
Werkstattbüro	60	55
Kommandoraum	60	55
Steuerkabine	70	65
Labor	50	45
Pausen- und Bereitschaftsräume	60	55
Liege-, Ruhe- und Sanitätsräume	40	35
Kantine	55	50
Operationssaal	40	35
Unterrichtsräume	40	35
Dienstwohnung (nachts)	35	30

Tabelle 3: Richtwerte für Hintergrundgeräusche.

4.5.2 Richtwerte für Hintergrundgeräusche in Arbeitsräumen

Auch für die zulässigen Hintergrundgeräusche findet man in der Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz Richtwerte (Tabelle 3). Als Hintergrundgeräusche (Fremdgeräusche) gelten in diesem Zusammenhang alle Lärmimmissionen, die von eingebauten technischen Einrichtungen stammen (z. B. haustechnische Anlagen wie Belüftungssysteme, Kompressoren, Heizungen) und Lärmimmissionen von aussen (Betriebslärm, innerbetrieblicher Verkehrslärm).

4.5.3 Tieffrequente Geräuschimmissionen

Zur Beurteilung tieffrequenter Geräusche im Belästigungsbereich muss von den herkömmlichen Mess- und Bewertungsverfahren abgewichen werden. Dies betrifft vor allem den Messort und die Frequenzbewertung. In der DIN-Norm 45680 wird ein Verfahren zur Messung und Bewertung **tieffrequenter Geräuschimmissionen** in Gebäuden bei Luft- und/oder Körperschallübertragung beschrieben. Die Norm soll bestehende Mess- und Bewertungsverfahren für Geräusche ergänzen und – zum Schutz vor **erheblichen Belästigungen** – die Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen ermöglichen.

Schall wird im Sinne dieser Norm als tieffrequent bezeichnet, wenn seine vorherrschenden Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die Differenz der Schalldruckpegel $L_C - L_A > 20$ dB ist (Frequenzbewertung C bzw. A). Ist diese Bedingung erfüllt, ist für die weitere Abklärung eine Terzbandanalyse notwendig. Das Geräusch enthält einen deutlich hervortretenden Einzelton, wenn die Differenz zwischen L_{Terzq} in einer Terz und den entsprechenden Pegeln in den beiden Nachbarterzen **grösser als 5 dB** ist.

4.5.4 Arbeitssicherheit, Signalerkennung

Wird durch Lärm die Wahrnehmung von akustischen Signalen, Warnrufen oder gefahrkündigenden Geräuschen beeinträchtigt und entsteht dadurch eine erhöhte Unfallgefahr, so muss der Lärm gemäss Stand der Technik so vermindert werden, dass die Signalerkennung in ausreichendem Mass gewährleistet ist. Ist dies nicht möglich, sind die Signalgeber entsprechend zu verstärken (siehe DIN EN 457 und DIN 33404-3).

5 Belästigender Lärm am Arbeitsplatz

5.1 Büroarbeitsplätze

5.1.1 Lärmstörungen im Bürobereich

Trotz des heutigen Trends, die sprachliche Kommunikation durch E-Mail-Kommunikation zu ersetzen, ist in Bürobetrieben der Gedankenaustausch im direkten oder telefonischen Gespräch weiterhin sehr wichtig. Für die Büroplanung und die Arbeitsorganisation wird deshalb empfohlen, dass in Büros für mehrere Personen oder in Grossraumbüros Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter untergebracht werden, die direkt zusammenarbeiten. Dies bringt in der Regel nicht nur arbeitstechnische Vorteile, sondern trägt auch zur Verminderung von Lärmstörungen bei. Gespräche, die überwiegend gemeinsame Themen betreffen, wirken verständlicherweise weniger störend.



Bild 8: Lärm – Störfaktor Nummer eins im Büro.

Ein wichtiger Faktor bei der Bewertung von Lärmstörungen im Bürobereich sind frühere Erfahrungen mit Lärm am Arbeitsplatz. Beschäftigte, die – gemäss ihrem subjektiven Empfinden – an einem früheren Arbeitsplatz stärkerem Lärm ausgesetzt waren, fühlen

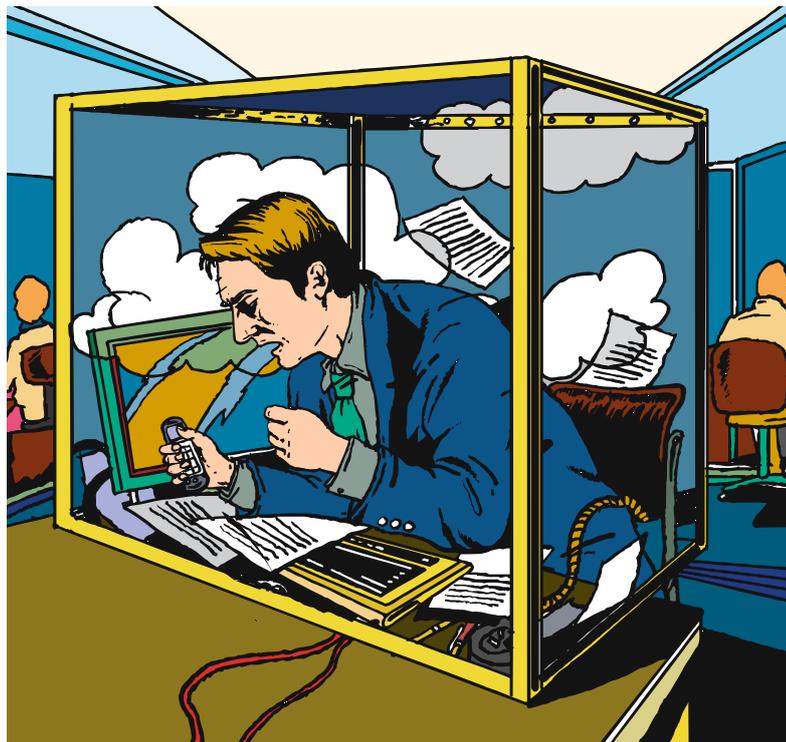


Bild 9: Rücksichtnahme – auch im Büro oberstes Gebot.

sich wesentlich weniger gestört als Personen, die früher an einem nach eigener Einschätzung ruhigeren Ort arbeiteten. Inwieweit die subjektiven Bewertungen und Vergleiche von persönlichen Einstellungen und Wünschen mitbestimmt werden, lässt sich nicht ermitteln. Die Beziehung zum Lärmverursacher beeinflusst die subjektive Bewertung des Bürolärms wesentlich. Besteht eine negative emotionale Einstellung der lärmexponierten Person zum Lärmverursacher, so fühlt sich diese stärker belästigt, als wenn der gleiche Lärm von Mitarbeiterinnen oder Mitarbeitern verursacht wird, die ihr sympathisch sind. Ferner fühlt man sich durch Lärmsituationen, die bei eigenen Tätigkeiten entstehen, in der Regel weniger belästigt, als wenn der gleiche Lärm von einer anderen Person verursacht wird (Lärm als Ausdruck der eigenen Produktivität).

Der subjektiv unterschiedliche Grad der Belästigung durch Bürolärm spiegelt sich auch in persönlichen Verhaltensreaktionen wider. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die auf störende Lärmsituationen aktiv reagieren (z. B.

Türe zum benachbarten Büro schliessen), werden durch den Lärm weniger gestört. Wesentlich stärker belästigt fühlen sich dagegen Personen, die sich gegen den Lärm nicht wehren, ihn über sich ergehen lassen, ihm sozusagen ausgeliefert sind.

Hintergrundgeräusche wirken ermüdend und irritierend und haben einen negativen Einfluss auf unser Konzentrationsvermögen und unsere Leistungsfähigkeit. Beispiele für Hintergrundgeräusche in Büros sind rauschende Heizungs- und Belüftungsanlagen, klingelnde Telefone, Büromaschinen, Gespräche, Schritte im Korridor sowie Verkehrs- und Baulärm von aussen.

Die Quellen von Hintergrundgeräuschen können in vier Kategorien unterteilt werden:

■ **Menschliche Aktivitäten**

Telefongespräche, besonders solche, die über Lautsprechersysteme geführt werden, stellen für die Menschen in den Büros die grösste Lärmbelästigung dar. An zweiter Stelle stehen Geräusche, die bei der Fortbewegung entstehen. Auch Gespräche werden als störend empfunden.

■ **Büromaschinen**

Büromaschinen werden immer leiser. Trotzdem ist der Lärmpegel in Büros bisher nicht nennenswert gesunken. Der Grund liegt in der stark gestiegenen Anzahl von Büromaschinen. Computer und Drucker sind Beispiele für Geräte, die in den vergangenen zwanzig Jahren zur üblichen Ausstattung von Büros hinzugekommen sind.

■ **Gebäudeinstallationen**

Viele Gebäudeinstallationen verursachen störenden Lärm. Beispiele hierfür sind Belüftungs-, Heizungs-, Klima- und Sanitäranlagen sowie Aufzüge. Besonders Geräusche von Belüftungssystemen werden von vielen als störend empfunden. Oft jedoch betrachten wir sie als notwendiges Übel und schenken ihnen keine weitere Beachtung, bis sie abgestellt werden und wir den Unterschied bemerken.

■ **Externe Lärmquellen**

Oft dringen Geräusche von aussen in die Büros. Dabei kann es sich um Lärm von Autos, Zügen, Flugzeugen, Fabriken und Baustellen handeln. Häufigster Störfaktor ist

Verkehrslärm. Die Schalldämmung der Fassade und der Fenster sowie allenfalls vorhandene Belüftungsöffnungen spielen eine ausschlaggebende Rolle.

Einstellung zu unterschiedlichen Geräuschen

Unsere Einstellung und individuelle Reaktion auf ein Geräusch ist von sechs Faktoren abhängig:

■ **Informationsgehalt**

Die Bedeutung eines Geräusches beeinflusst unsere Reaktion darauf in hohem Masse. Daher werden Gespräche vor allem dann als besonders störend empfunden, wenn der Gesprächsinhalt eine Aufgabe betrifft, die wir gerade bearbeiten. Auch Gefühle, die wir mit einem Geräusch verbinden, spielen eine Rolle. Bestimmte Geräusche deuten an, dass etwas Unangenehmes bevorsteht, andere erinnern uns an frühere Erlebnisse.

■ **Kontrollierbarkeit der Geräuschquelle**

Geräusche, die wir selbst kontrollieren können, indem wir sie beispielsweise abschalten oder leiser stellen, sind leichter zu akzeptieren als unkontrollierbare Geräusche.

■ **Vorhersagbarkeit**

Geräusche, auf die wir gefasst sind, sind leichter zu ertragen als solche, denen wir unvorbereitet ausgesetzt sind.

■ **Ursprung**

Der Lärm, der durch unsere eigenen Aktivitäten entsteht, stört uns weniger als Lärm, den andere verursachen.

■ **Notwendigkeit**

Unvermeidbarer Lärm ist leichter zu tolerieren als Lärmbelästigungen, bei denen wir das Gefühl haben, dass sie unnötig sind.

■ **Persönliche Einstellung zur Geräuschquelle**

Computer- und Druckergeräusche stören uns weniger, wenn wir lieber am Computer schreiben als von Hand.

Auswirkungen von Lärm auf intellektuelle Arbeit

Untersuchungen in Büros zeigen, dass uns Lärm, der von Gesprächen, Büromaschinen und Lüftungen ausgeht, bei der Erledigung unserer Arbeitsaufgaben stört. Lärm führt zu Müdigkeit, Gereiztheit und verminderter Leistungsfähigkeit, besonders wenn es sich um Aufgaben handelt, die das Kurzzeitgedächtnis beanspruchen. Die negativen Auswirkungen von Lärm in Büros betreffen besonders drei Bereiche:

■ Leistungsfähigkeit

Eine Vielzahl von Beobachtungen zeigt, dass eine verbesserte Akustik ein besseres Arbeitsklima bewirkt. Dies wiederum erhöht die Leistungsfähigkeit. Je anspruchsvoller und schwieriger eine Arbeitsaufgabe ist, desto offensichtlicher ist dieser Effekt.

■ Gedächtnis

Lärm kann sich negativ auf unser Gedächtnis auswirken. Gespräche im Hintergrund beeinträchtigen das Erinnerungsvermögen. Mit zunehmendem Lärmpegel nimmt die Konzentrationsfähigkeit ab.

■ Folgeerscheinungen

Vergleichende Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit in gutem bzw. schlechtem Akustiklima zeigen nicht immer klare Unterschiede auf. Das liegt daran, dass wir versuchen, das schlechte Akustiklima durch erhöhte Konzentration zu kompensieren. Den Preis hierfür bezahlen wir oft erst später in Form von Müdigkeit, Erschöpfung und schlechter Laune. Das wiederum führt zu verminderter Leistungsfähigkeit und schlechterer Zusammenarbeit.

5.1.2 Künstliche Beschallung

Aufgrund der häufigen Klagen über Bürolärm bemühen sich die Raumakustiker um eine möglichst starke Herabsetzung des Lärmpegels in Büroräumen. Durch Verwenden von schallschluckenden Materialien und Trennwänden wird heute in modernen Büros und Grossraumbüros ein Hintergrundpegel von 30–40 dB(A) erreicht. Damit besteht eine grosse Differenz zwischen dem Grundgeräusch und den durch Gespräche und Büromaschinen verursachten Lärmimmissionen. Diese erheblichen Pegel-Schwankungen geben jedoch oft Anlass zu Klagen.

Manche Raumakustiker versuchen deshalb den Störfaktor «Gespräche anderer Personen» sowie die zu hohe Schallpegeldifferenz zwischen den Lärmspitzen und dem Grundgeräusch durch das gleichmässige, informationsarme Hintergrundgeräusch einer Klimaanlage oder durch ein künstliches Breitbandrauschen ab Lautsprecher zu beseitigen. Dadurch wird das Hintergrundgeräusch wieder auf 40–45 dB(A) angehoben.

In Korridoren ist (aus Gründen der Vertraulichkeit) ein Hintergrundpegel von 40–50 dB(A) empfehlenswert, um informationshaltige Geräusche aus den Büroräumen zu überdecken.

5.1.3 Akustische Bürogestaltung

■ Zellenbüros

Zellenbüros bieten gute Voraussetzungen für konzentriertes und ungestörtes Arbeiten. Zudem kommen sie dem menschlichen Bedürfnis nach einem eigenen «Revier» entgegen. Die Räume sind normalerweise in Reihen entlang der Fassade angeordnet, mit einem zentralen Korridor in der Mitte. Zellenbüros beanspruchen viel Platz und begünstigen hierarchische Strukturen. Die Kommunikation zwischen den Mitarbeitenden ist oft schwerfällig.



Bild 10: Zellenbüros sind Räume, in denen eine oder mehrere Personen arbeiten.

Für kleine Büroräume sollte die Halligkeit wegen der **sprachlichen Verständigung** und der **akustischen Behaglichkeit** gering sein. Dies ist bei üblicher Möblierung ohne zusätzliche Absorptionsflächen meistens nicht gewährleistet. Eine absorbierend gestaltete Decke bringt hier Vorteile in Bezug auf die akustische Behaglichkeit und die sprachliche Verständigung.



Bild 11: Grossraumbüro: zahlreiche Arbeitsplätze in einem Raum.

■ Grossraumbüros

Von Grossraumbüros spricht man, wenn sich zahlreiche Arbeitsplätze in ein und demselben Raum befinden. Anstelle von festen Trennwänden werden oft Raumteiler und Pflanzen als Abgrenzungen eingesetzt.

Einerseits haben Grossraumbüros verschiedene Vorteile: Die Kommunikation ist einfacher, hierarchische Strukturen und Statusdenken werden weniger begünstigt, die Gleichberechtigung wird gefördert.

Andererseits erschweren Grossraumbüros konzentriertes Arbeiten, und die Zahl der Störfaktoren ist hoch. Die Belüftungsanlage kann selten so eingestellt werden, dass alle Beteiligten zufrieden sind.

In Grossraumbüros (Bild 11) ist es wichtig, ein angenehmes akustisches Klima zu schaffen und gegenseitige akustische Störungen zu vermeiden. Es muss ein akustisches Gleichgewicht zwischen dem mittleren Geräuschpegel und vereinzelt auftretenden Schallspitzen bestehen. Das Hintergrundgeräusch darf daher nicht zu tief sein. Der optimale Wert liegt bei 45 dB(A). Dieser Wert kann beispielsweise mit der vorhandenen Klimaanlage erzeugt werden. In Grossraumbüros ist das Trennen von lauten und leisen Arbeitsplätzen durch grössere Abstände sowie das Abschirmen

der einzelnen Arbeitsplätze von grosser Bedeutung. Die Raumdecke sowie Stellwände oder Raumgliederungswände müssen nach Möglichkeit schallabsorbierend gestaltet sein, damit ein mittlerer **Absorptionsgrad von 0,3–0,35** erreicht wird. Pegelabnahmen von mehr als 5 dB pro Abstandsverdoppelung können nur erzielt werden, wenn eine Akustikdecke mit Stellwänden kombiniert wird. Trotz solcher Massnahmen ist es in Grossraumbüros kaum möglich, vertrauliche Gespräche zu führen.

■ Kommunikationsräume

An Kommunikationsräume (z. B. Sitzungszimmer, Hörsäle, Versammlungsräume) werden hohe Ansprüche bezüglich Wahrnehmung sprachlicher Botschaften gestellt. Der Raumakustik ist deshalb besondere Beachtung zu schenken (siehe DIN 18041).

■ Gruppen-/Teambüros

Wenn Grossraumbüros unterteilt werden, entstehen oft Gruppen- bzw. Teambüros. Teams lassen sich gut im gleichen Büro unterbringen. Dies unterstützt die gemeinsame Aufgabenerledigung. Die schnelle Kommunikation und die gute Abstimmung zwischen den Mitarbeitenden sind Stärken dieser Büroform. Insbesondere bei den Medien ist sie weit verbreitet. Die wichtigste Anforderung an einen Raum für Teamarbeit ist eine offene Struktur. Gruppen von ca. 6 Personen haben sich als vorteilhaft erwiesen. Die einzelnen Teammitglieder müssen die Möglichkeit haben, sich spontan miteinander auszutauschen.



Bild 12: Gruppen-/Teambüros mit halbhohe Wänden und Raumteilern.

Andererseits müssen sie sich auch weitgehend akustisch und visuell abschirmen können, um konzentriert und ungestört zu arbeiten. Der Wunsch, nicht gestört zu werden, muss für andere Mitarbeitende erkennbar sein. Ein weiterer Vorteil dieses Bürotyps ist es, dass rasch zwischen Kommunikation und Konzentration gewechselt werden kann.

■ Kombibüros

Kombibüros sind, wie schon der Name andeutet, die Synthese aus zwei Büroformen: aus Zellenbüro und Grossraumbüro.

In Kombibüros haben alle Mitarbeitenden einen eigenen Raum – meistens mit einer Glastür und einer Glastrennwand versehen. Gleich neben den Zellenbüros befindet sich das «Wohnzimmer» in Form eines Grossraumbüros. Hier sind die gemeinsamen Einrichtungen untergebracht: Konferenzräume, Archive, Postfächer und Büromaschinen.

Vorteile von Kombibüros sind die problemlose Kommunikation, die übersichtliche Verteilung der Mitarbeitenden, die praktische Platzierung der gemeinsamen Büromaschinen. Zudem können die Mitarbeitenden selbst entscheiden, ob sie allein und ungestört oder gemeinsam mit anderen im gleichen Raum arbeiten möchten. Ein Nachteil besteht möglicherweise darin, dass die gemeinsamen Flächen nur selten wirklich effizient genutzt werden.

Das Wechselspiel zwischen abgeschirmter Einzelarbeit und kommunikativer Teilnahme am Leben des Teams oder der Abteilung wird durch Kombibüros bedeutend stärker gefördert als durch andere Büroformen.

■ Bodenbelag

Die Schallpegelabnahme in Büroräumen hängt nur geringfügig von der Absorption des Fussbodens ab. Der Hauptvorteil eines textilen Bodenbelags gegenüber einem Hartbelag liegt in seiner Fähigkeit, Geräusche, die beispielsweise durch Gehen oder Schieben bzw. Rollen von Stühlen verursacht werden, wesentlich zu dämpfen und die Trittschalldämmung zu erhöhen. Daher ist aus akustischen Gründen besonders in Fluren ein Teppichboden zu empfehlen.

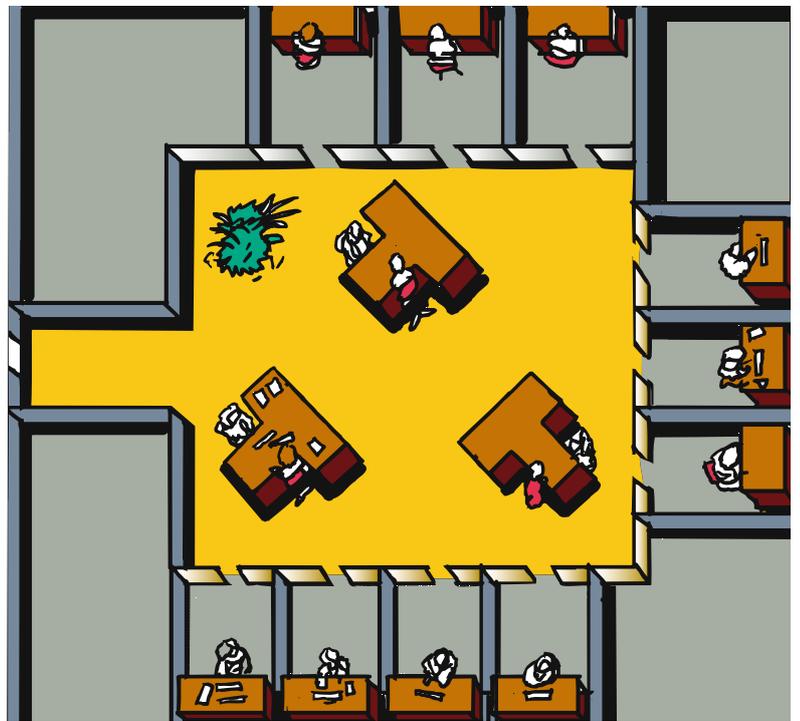


Bild 13: Kombibüros sind eine Synthese aus zwei Büroformen: aus Zellenbüro und Grossraumbüro.

5.2 Musik am Arbeitsplatz

Mitarbeitende wünschen sich bei bestimmten Arbeiten Musik. Dadurch soll am Arbeitsplatz eine angenehme Atmosphäre geschaffen werden – für die Mitarbeitenden selbst und für die Besucher. Musik kann auch eine akustische Barriere bilden, welche die Mitarbeitenden vor Störungen durch fremde Geräusche und Gespräche anderer schützt.

Hersteller von speziellen Programmen mit funktioneller Musik versprechen ein behagliches Arbeitsklima und eine Steigerung der Leistung. Musik sei besonders geeignet für langweilige Tätigkeiten, für Routinearbeiten sowie als wirksames Mittel gegen Müdigkeit.

Viele Betriebsleiter bringen dem Wunsch der Belegschaft nach einem behaglichen Arbeitsklima einerseits Verständnis entgegen, umso mehr, wenn sie sich davon eine Leistungssteigerung erhoffen. Sie sind aber andererseits verunsichert und stellen sich beispielsweise folgende Fragen: Wirkt Musik auch störend? Wird die Konzentration beeinträchtigt? Lenkt Musik ab und vermindert sich dadurch die Arbeitsqualität?

In der Praxis wird häufig «funktionelle Musik» eingesetzt, die von Spezialfirmen für diesen Zweck zusammengestellt worden ist: eine Mischung aus leichter Musik, Evergreens

usw.; darin dürfen weder Gesang noch gesprochene Worte vorkommen. Gewisse Instrumente werden gestuft eingesetzt, die Musikstücke haben weder einen deutlichen Anfang noch ein klares Ende, die Übergänge werden ein- und ausgeblendet. Extrem hohe und tiefe Töne werden abgeschnitten und Lautstärke-schwankungen auf ein Minimum reduziert.

Funktionelle Musik soll lediglich eine Geräuschkulisse schaffen, die unbewusst wahrgenommen wird.

Ist Musik am Arbeitsplatz erwünscht?

Jede Tätigkeit bedeutet für den Menschen eine individuelle Beanspruchung, stellt bestimmte Anforderungen an seinen Organismus. Die verschiedenen Tätigkeiten lösen auch verschiedene physische und psychische Reaktionen aus und aktivieren die körperlichen und geistigen Funktionen unterschiedlich. So wird die Wahrnehmung bei sehr einfachen und eintönigen Tätigkeiten mit geringen Anforderungen an Denkvermögen, Entscheidungsvermögen, Aufmerksamkeit und Konzentration nur wenig oder gar nicht beansprucht. Die Person wird in einen Zustand von Müdigkeit sowie herabgesetzter Aufmerksamkeit und Leistungsbereitschaft versetzt. Im Gegensatz dazu wird bei geistiger Arbeit – mit hohen Anforderungen an das Gehirn – die Wahrnehmung durch die arbeitsbedingten Anstrengungen stark aktiviert. Die Person fühlt sich aufmerksam, wach und frisch.

Akustische Reize, zu denen auch die Musik gezählt wird, aktivieren die Wahrnehmung. So kann ein durch eintönige Tätigkeit bedingter, herabgesetzter Aktivierungsgrad durch akustische Reize angehoben werden. Aufmerksamkeit, Konzentration und Leistungsbereitschaft lassen sich positiv beeinflussen. Bei Tätigkeiten, die einen hohen Aktivierungsgrad bedingen, ist hingegen eine weitere Aktivierung des Bewusstseins durch akustische Reize zumindest nicht mehr nötig. Zusätzliche akustische Reize bewirken sogar eher das Gegenteil: Die betroffene Person verschiebt ihre Aufmerksamkeit von der Arbeit weg zum akustischen Reiz. Konzentration und Leistungsfähigkeit werden beeinträchtigt. **Mit zunehmenden geistigen Anforderungen bei der Arbeit wird Musik als störend empfunden, sie wirkt leistungshemmend. Bei Routinearbeiten wirkt sie umgekehrt als Stimulans.**

Wenn Beschallungsanlagen eingesetzt werden, müssen diese bei der Festlegung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz einbezogen werden. Das heisst, die Lautstärke ist so einzustellen, dass der entsprechende Beurteilungspegel (50, 65 oder 85 dB(A), siehe Tabelle 2 Ziffer 4.5.1) am Arbeitsplatz eingehalten wird.

5.3 Verwendung von tragbaren Musik-Wiedergabegeräten

Tragbare Musik-Wiedergabegeräte (Discman, MP3-Geräte usw.) mit einem Kopfhörer oder Ohrhörern haben in den letzten Jahren zunehmend Verbreitung gefunden. Immer wieder werden Betriebe vor die Frage gestellt, ob sie die Verwendung solcher Geräte bei der Arbeit gestatten sollen.

Wo liegen die Gefahren bei der Verwendung von Audio-Geräten?

- Die Musik im Kopfhörer kann Geräusche, Signale oder Zurufe überdecken, die in gewissen Situationen für die Sicherheit von Bedeutung sind.
- Damit die Musik überhaupt hörbar ist, muss sie mindestens gleich laut eingestellt werden wie der am Ohr herrschende Umgebungslärm (gegebenenfalls um die Dämmwirkung einer Gehörschutzkapsel reduziert; übliche Kopf oder Ohrhörer weisen aber kaum eine Schalldämmung auf). Es können Gehörbelastungen auftreten, die auf die Dauer schädlich sind [Mittelungspegel über 85 dB(A)].

Aus der Sicht der Arbeitssicherheit sind zwei grundsätzliche Forderungen zu stellen:

- Die Musik darf die Sicherheit von Audio-Geräte-Benützern und Dritten nicht gefährden (z.B. bei Fahrzeuglenkern).
- Die Musik darf zusammen mit dem Umgebungslärm das Gehör nicht gefährden. Die Lautstärke im Kopfhörer sollte 80 dB(A) nicht übersteigen, 85 dB(A) müssen eingehalten werden.

5.4 Beurteilung von Lärm an Bildschirmarbeitsplätzen

Die tätigkeitsbezogenen Richtwerte gemäss Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (siehe Tabelle 2 Ziffer 4.5.1) haben sich in der Praxis als unzureichend erwiesen, um Zielvorstellungen bezüglich Lärm für Bildschirmarbeitsplätze zu formulieren. Die Einhaltung dieser Richtwerte gewährleistet zwar die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz für die Beschäftigten, jedoch nicht ein optimales akustisches Klima am Arbeitsplatz. In den «Arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen» Nr. 123 und 124 der Deutschen Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin werden 3 Kriterien zur schalltechnischen Beurteilung von Bildschirmarbeitsplätzen vorgeschlagen. Will man bestehende Bildschirmarbeitsplätze mit Blick auf die Lärmsituation beurteilen oder neue schalltechnisch optimal planen, so müssen zuerst die Anforderungen bekannt sein, die an die betreffende Tätigkeit gestellt werden.

Beim konzentrierten Arbeiten am Bildschirm ist grundsätzlich jede Geräuscheinwirkung, die nicht von der arbeitenden Person selbst verursacht wird, als störend einzustufen. Als selbstverursachte Geräusche gelten nur das eigene Sprechen und dasjenige des Gesprächspartners sowie das eigene Tastaturgeräusch und Signalgeräusche (z. B. das Klingeln des eigenen Telefons). Bei gegebenem Schallpegel ist ein gleichförmiges, keiner identifizierbaren Quelle zuordenbares Geräusch weniger störend als eines das aufgrund der zeitlichen Struktur, des Frequenzspektrums oder des Signalabstands zum Hintergrundgeräusch einer Quelle zugeordnet werden kann. Die Identifizierbarkeit und damit der Störungsgrad ist besonders gross, wenn es sich um Sprech-

geräusche handelt und diese – auch nur teilweise – verstanden werden können.

Kriterien zur schalltechnischen Beurteilung von Bildschirmarbeitsplätzen

■ Kriterium 1

Der von einer einzelnen, identifizierbaren Schallquelle verursachte anteilige Schallpegel sollte den von allen übrigen Quellen zusammen verursachten anteiligen Schallpegel um nicht mehr als **4 dB(A)** übersteigen. Andernfalls ist der Arbeitsplatz schalltechnisch als «ungünstig» einzustufen.

■ Kriterium 2

Gespräche aus andern Arbeitsbereichen und von aussen sollen nicht verstanden werden können. Dies bedeutet, dass in Kleinbüros der anteilige Pegel der von aussen eindringenden Sprechgeräusche um mindestens **5 dB(A)**, in Mehrpersonenbüros um mindestens **3 dB(A)** unter dem vorhandenen Grundpegel liegen soll. Andernfalls ist der Arbeitsplatz in schalltechnischer Hinsicht als «ungünstig» einzustufen.

■ Kriterium 3

Der von allen Quellen zusammen verursachte Schallpegel soll, wenn die betreffende Person nicht tätig ist, so niedrig wie möglich sein. Das Ergebnis der Beurteilung lässt sich aus Tabelle 4 ablesen.

Die drei genannten Anforderungen sind auf alle Bildschirmarbeitsplätze in Büros anwendbar. Sie gelten für Grossraumbüros, Mehrpersonenbüros, Einzelbüros und Kombibüros. Führen die Kriterien 1 bis 3 zu einer unterschiedlichen Einschätzung, so gilt die ungünstigere als massgebend für die Beurteilung des Arbeitsplatzes.

Beurteilungspegel am Arbeitsplatz	Lärmqualifizierung
bis 30 dB(A)	optimal
über 30 dB(A) bis 40 dB(A)	sehr gut
über 40 dB(A) bis 45 dB(A)	gut
über 45 dB(A) bis 50 dB(A)	im gewerblichen Umfeld akzeptabel
über 50 dB(A) bis 55 dB(A)	ungünstig, aber noch zulässig
über 55 dB(A)	Geräuschbelastung zu hoch

Tabelle 4: Schalltechnische Beurteilung von Bildschirmarbeitsplätzen.

In Einzelbüros ohne wesentliche Einwirkung von Fremdquellen ist ein Pegelbereich um 30 dB(A) normal. In Mehrpersonenbüros sowie in Grossraumbüros werden je nach Ausstattung und Arbeitsplatzanordnung bestenfalls Pegelbereiche zwischen 40 und 45 dB(A) [gut] bzw. 45 und 50 dB(A) [akzeptabel] erreicht.

Beispiele:

Wird in einem Einzelbüro mit einem Pegelbereich unter 30 dB(A) ein Computer in Betrieb genommen, der sich direkt beim Schreibtisch befindet, so kann der Schallpegel, z. B. im Leerlauf, auf 40 dB(A), bei Festplattenzugriffen auf 46 dB(A) ansteigen. Obwohl sich aufgrund von Kriterium 3 eine Beurteilung «gut» ergäbe, kann der Arbeitsplatz aufgrund von Kriterium 1 nur noch als «ungünstig» eingeschätzt werden. Dies lässt sich leicht nachvollziehen: Das Geräusch des Computers muss äusserst störend sein, wenn es allein zu einem Anstieg des vorhandenen Grundpegels um 10 dB führt.

Wird in einem Grossraumbüro mit einem Pegelbereich von 45 bis 55 dB(A) der allgemeine Hintergrundpegel durch Einbau von schallabsorbierenden Deckenverkleidungen und Teppichböden sowie durch Minderung der Lüftungsgeräusche um 5 bis 10 dB(A) gesenkt, so ergibt sich allein aufgrund von Kriterium 3 eine verbesserte Beurteilung «gut». Hier ist immer zu prüfen, ob dies auch noch unter Berücksichtigung der Kriterien 1 und 2 der Fall ist. Sind Gespräche von Personen benachbarter Arbeitsbereiche wegen des nunmehr niedrigeren Hintergrundpegels verstehbar, kann dies aufgrund von Kriterium 2 zur Einstufung «ungünstig» führen. In diesem Fall sind weitere abschirmende Massnahmen erforderlich.

Grundsätzlich liefert Tabelle 2 keine festen Grenzwerte, sondern lediglich den Massstab für die Beurteilung. Bei der praktischen Arbeit ist deshalb zu prüfen, ob mit der Realisierung von technischen Lärmbekämpfungsmassnahmen eine verbesserte Beurteilung möglich ist. In einem Call-Center mit zahlreichen Personen, die in geringem Abstand zueinander sprechen, wird sich bestimmt ein ungünstigerer Pegelbereich ergeben als in einem Grossraum-Konstruktionsbüro, in dem wesentlich mehr Fläche pro Person zur Verfügung steht.

6 Lärmauswirkungen

6.1 Lärm und Gesundheit

Im Lärm sinken Aufmerksamkeit und Reaktionszeit, Denkvorgänge laufen langsamer ab. Auf das Gefühl, dem Lärm ausgeliefert zu sein, reagiert unser Körper mit Abwehrreaktionen. Er erhöht den Energieumsatz und die Herzfrequenz. Stresshormone werden ausgeschüttet und schwächen das Immunsystem. Neuere Studien betonen immer wieder das erhöhte Herzinfarktrisiko durch Lärmeinwirkungen. **Wer sich vor Lärm schützt, lebt nicht nur gesünder, er arbeitet auch effektiver.**

Die für die Gesundheit wichtigen Erholungsvorgänge finden einerseits während des Nachtschlafs, andererseits aber auch tagsüber während Pausen und Arbeitsunterbrechungen sowie während der Freizeit statt.

Wenn der Lärm nicht nur am Arbeitsplatz, sondern auch während der Freizeit und nachts Reizwirkungen auf das vegetative Nervensystem entfaltet und den Schlaf stört, wird das Gleichgewicht zwischen Beanspruchung und Erholung gestört. Der Lärm wird dann zu einem der ursächlichen Faktoren chronischer Ermüdungszustände mit all den nachteiligen Folgen wie beeinträchtigtes Wohlbefinden, verminderte Leistungsfähigkeit und erhöhte Krankheitsanfälligkeit.

Die Auswirkungen des Lärms auf den Menschen (Bild 14) können vielfältig sein und durch Kombination mit andern Einflüssen noch verstärkt werden. Im Wesentlichen unterscheiden wir zwei Arten von Auswirkungen:

- Auswirkungen auf das Hörorgan (aurale Auswirkungen), z. B. lärmbedingte Hörschädigungen
- Auswirkungen auf den Gesamtorganismus (extraaurale Auswirkungen), Beeinflussung von Organen und Organsystemen

Aus arbeitsmedizinischer Sicht ist es wichtig, gehörschädigende Lärmbelastungen von den übrigen – nur zum Teil objektivierbaren – lärmbedingten Störungen zu unterscheiden. Die letztgenannten Störungen werden wie erwähnt unter dem Begriff **extraaurale Lärmauswirkungen** zusammengefasst. Betroffen sind das Zentralnervensystem (Schlafstörungen usw.), die Psyche (Leistung, Konzentration, Reizbarkeit, Aggressivität usw.) und die vegetativen Körperfunktionen (Blutdruck, Blutverteilung, Herzfrequenz, Magen-Darm-Störungen, Stoffwechsel, Stressreaktionen usw.).

Gemäss Definition der Weltgesundheitsorganisation ist Gesundheit ein Zustand körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens. Wenn wir diese Definition als Grundlage nehmen, dann müssen nicht nur Hörverluste, sondern auch häufige Schlafstörungen, Störungen der Erholungsphase und die sich täglich wiederholenden Belästigungen durch unzumutbare Lärmreize als Beeinträchtigungen der Gesundheit bezeichnet werden.

Bei der Beurteilung von Gesundheitsbeeinträchtigungen ist Lärm lediglich **ein** Faktor, **eine** Einflussgrösse. Deshalb sind krankheitsbegünstigende oder krankheitsverursachende

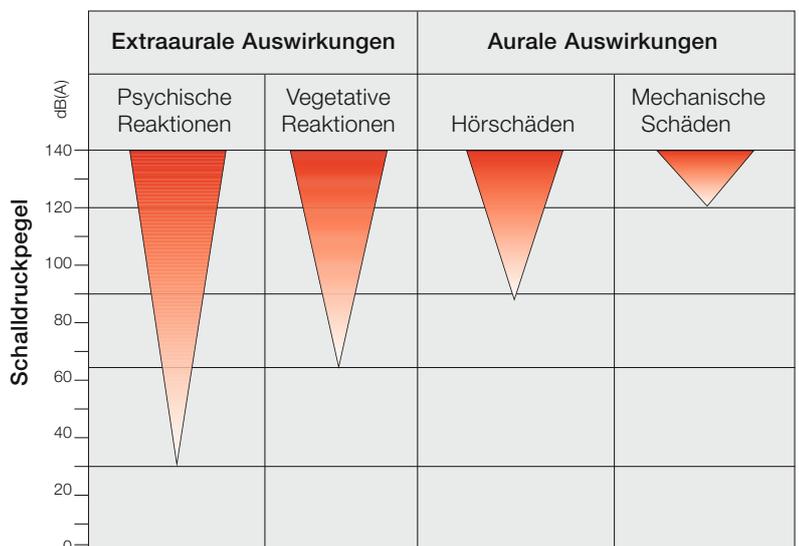


Bild 14: Aurale und extraaurale Auswirkungen.

Kausalitäten entsprechend zu prüfen. Es kann sein, dass der Lärm in bestimmten Fällen ein **bedeutsamer Faktor** ist, während er in anderen Fällen beim Zusammentreffen von mehreren Einflussgrößen vielleicht nur eine **untergeordnete** Rolle spielt oder sogar vernachlässigt werden kann. Lärm ist aber in sehr vielen Fällen ein Risikofaktor, der vergleichbar ist mit falscher Ernährung, Rauchen oder anderen Einflussgrößen, die eine Erkrankung verursachen oder zumindest mitverursachen können.

6.2 Auswirkungen von Lärm auf die Gesundheit

6.2.1 Schlafstörungen

Schlafstörungen als Folge von Lärm sind weit verbreitet. Während der Mensch schläft, verarbeitet sein Gehirn die Eindrücke und Emotionen der vergangenen Zeit. Das Gehirn achtet gleichzeitig auf die Umwelt, weil das Ohr nicht schläft, sondern als typisches Alarmorgan auch bei Nacht in Funktion ist. Lärm wird auch nachts analysiert und beeinflusst den Schlaf. Das Aufwachen ist keine Folge der Lautstärke, sondern der im Lärm enthaltenen Informationen. Das ist unter anderem daran zu erkennen, dass – bei ähnlichen Messwerten – entlang einer freien Bahnstrecke weniger Schlafstörungen auftreten als entlang einer Hauptstrasse, obwohl entlang der Bahnstrecke höhere Lärmspitzen zu verzeichnen sind. Auch das Wiedereinschlafen nach dem Aufwachen ist entlang der Bahnstrecke leichter. Wichtig ist zu erwähnen, dass sich der schlafende Mensch an stärkeren Lärm nie völlig gewöhnen kann. Schlafstörungen machen längerfristig nicht nur gereizt und aggressiv. **Verkürzungen oder häufige Störungen des Schlafs beeinträchtigen auch die Erholungsfunktionen und führen zu einer Verminderung der Leistungsfähigkeit und des Wohlbefindens**, die erst am Tag spürbar wird. Es ist auch davon auszugehen – wenn auch nur schwer nachzuweisen –, dass Schlafstörungen der Gesundheit schaden. Die Mindestanforderungen bezüglich Lärm liegen für Schlafzimmer am Tag bei 35 dB(A) und in der Nacht bei 30 dB(A). Zahlreiche Untersuchungen über die Auswirkungen von Lärm auf Dauer und Qualität des Schlafs haben ergeben, dass eine lärmige Umgebung unter anderem Folgendes bewirken kann:

- mässige Verkürzung der Gesamtschlafzeit
- Verkürzung des Tiefschlafs
- Verlängerung der Wachzeit und der Leichtschlafphasen
- Zunahme von Aufwachreaktionen
- Verlängerung der Einschlafdauer

6.2.2 Vegetative Störungen

In physiologischen Untersuchungen hat man herausgefunden, dass eine Lärmexposition unter anderem folgende Reaktionen auslöst:

- Erhöhung des Blutdrucks
- Beschleunigung des Herzschlags
- Gefässverengungen
- Steigerung des Stoffwechsels
- Beeinträchtigung der Tätigkeit der Verdauungsorgane
- Steigerung der Spannung der Muskulatur
- Pupillenerweiterung
- Stress

All diese Reaktionen sind Symptome von Alarmreaktionen auf den Organismus, die durch einen erhöhten Reizzustand des vegetativen Nervensystems ausgelöst werden. Sie treten bereits bei Beurteilungspegeln **unter 85 dB(A)** als Einregulierungsvorgänge der physiologischen Ausgeglichenheit des Men-

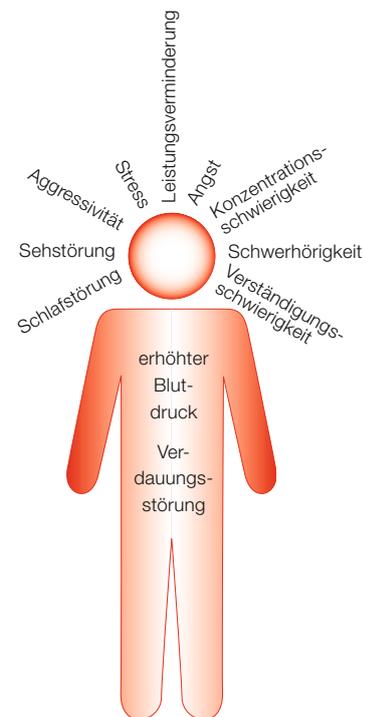


Bild 15: Auswirkungen von Lärm auf den Menschen.

schen auf. Die Diagnose von lärmbedingten vegetativen Gesundheitsschäden ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden (zu viele Parameter, die nicht ausschliesslich quantitativ sind). Massnahmen zur Prävention vegetativer Gesundheitsschäden haben deshalb hohe Priorität.

6.3 Soziale Lärmauswirkungen

6.3.1 Kommunikationsstörungen

Die Störung bei Gesprächen oder beim Telefonieren besteht vor allem darin, dass die gesprochene Sprache durch ein Hintergrundgeräusch verdeckt wird, das heisst nur noch teilweise aus dem Hintergrundgeräusch herausragt und deshalb schwerer zu verstehen ist. Die Sprechenden müssen ihre Stimme anheben, um den Verdeckungseffekt bei den Hörern auszugleichen. Die Hörer müssen vermehrt zurückfragen. Wenn das nicht möglich ist (z. B. bei Radio oder Fernsehen), gehen Informationen verloren. All diese und weitere Effekte fasst man unter dem Begriff **Kommunikationsstörungen zusammen**.

Die hauptsächlichsten akustischen Träger der Sprache sind die Vokale. In der deutschen Sprache spielen auch die Konsonanten eine wichtige Rolle. Streng genommen wird nicht einmal die Hälfte der gesprochenen Laute vom Zuhörenden wirklich gehört. **Das Hören und Verstehen beruht zum grossen Teil auf der geistigen Fähigkeit des Zuhörers, die nicht richtig gehörten Laute logisch zu ergänzen.** Am häufigsten zum Tragen kommt dieses logische Ergänzen beim Verstehen von ganzen Sätzen, etwas weniger oft bei einzelnen Wörtern und am seltensten bei sinnlosen Silben.

Stimmaufwand	$L_{S,A1m}$
sehr laut	78
laut	72
erhoben	66
normal	60
entspannt	54

Tabelle 5: Stimmaufwand eines männlichen Sprechers und entsprechender A-bewerteter Sprachpegel in 1 m Abstand vom Mund.

Die Sprache des Menschen wird in verschiedenen Alltagssituationen oft mit anderen Geräuschen vermischt. Dadurch wird ihre Verständlichkeit beeinträchtigt. Es genügt nicht, nur die Töne der Sprache herauszuhören. Für das Verstehen des Gesprochenen sind folgende Faktoren von Bedeutung:

- Schallpegel der Stimme (Tabelle 5)
- Abstand zwischen sprechender Person und Zuhörer
- Visueller Kontakt zwischen den Kommunikationspartnern
- Wirksame Sprachsignale (Klarheit der Aussprache, Stimmaufwand, Sprachgeschwindigkeit)
- Frequenzgang und Schallpegel des Störgeräusches sowie akustische Eigenschaften des Hörraumes
- Hörvermögen des Zuhörers
- Vertrautheit des Zuhörers mit dem zu verstehenden Sprachinhalt (Muttersprache, Fremdsprache)
- Fähigkeit des Zuhörers, nicht richtig gehörte Sprachelemente logisch zu ergänzen

Bei Benutzung eines elektroakustischen Übertragungssystems beeinflussen elektroakustische Parameter wie Verstärkung, Frequenzwiedergabe, Störgeräusch und Verzerrung die Sprachkommunikation zusätzlich.

6.3.2 Sprachliche Verständigung und Signalwahrnehmung

Ein erhöhter Lärmpegel kann bewirken, dass die sprachliche Verständigung (Gespräche, Anweisungen, Warnungen) schwierig oder gar unmöglich wird (Bild 16).

Darüber hinaus kann ein erhöhter Lärmpegel weitere nachteilige Folgen haben:

- Werden Störgeräusche von Maschinen durch andere Lärmquellen überdeckt, so ist eine Überwachung nach Gehör unmöglich.
- Geräusche, die eine Gefahr ankündigen (Lärm von Fahrzeugen usw.), werden nicht rechtzeitig wahrgenommen.
- Damit akustische Alarmsignale auch im Lärm wahrgenommen werden, sind spezielle Warnsysteme notwendig.

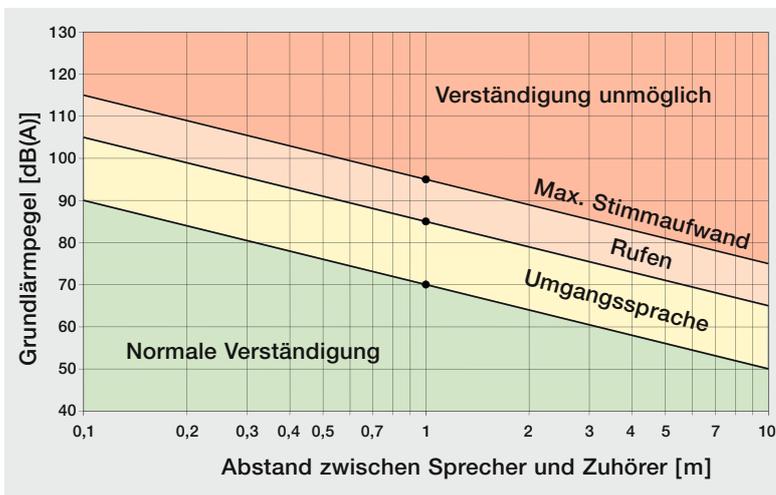


Bild 16: Sprachliche Verständigung in Umgebungslärm.

Bei einer Störung der sprachlichen Kommunikation durch Lärm, aber auch bei herabgesetztem Hörvermögen des Zuhörers, reagiert der Sprecher mit einer Veränderung der Sprechweise. Er tendiert dazu, die Aussprache zu verdeutlichen, die Silben zu verlängern und das Sprechtempo zu verlangsamen. Der Sprecher **erhöht automatisch den Schallpegel seiner Stimme**, auch um seine eigene Sprache als Feedback lauter wahrzunehmen. Die Grenzen der Gegenmassnahmen bei lärmgestörter Kommunikation sind einerseits physisch (erreichbarer Sprachpegel), andererseits und überwiegend sozial. Das Nähertreten des Sprechers und seine abgehackte, verkürzte Sprechweise wirken auf den Hörer befremdend. Solche Kommunikation wird auf das Allernotwendigste beschränkt. Es gibt nicht wenige Arbeitspsychologen, die feststellen, dass die **Kommunikationsfähigkeit** von Personen, die jahrelang im Lärm arbeiten, nachlässt. Eine der wichtigsten menschlichen Fähigkeiten verkümmert allmählich wegen des Lärms!

6.3.3 Leistungsfähigkeit

Lärmexpositionen haben keine wesentlichen Auswirkungen auf die **körperliche** Leistungsfähigkeit. Hingegen weiss man aus Erfahrung, dass das Denken und Überlegen in einer lärmigen Umgebung mehr Mühe macht als in einer ruhigen Atmosphäre. Um den Einfluss des Lärms auf die geistige Leistungsfähigkeit besser verstehen zu können, wollen wir die Grundzüge der Verarbeitung von Umwelteindrücken im Gehirn etwas näher betrachten. Die Signale der Sinnesorgane, z. B. von Auge oder Gehör, werden in darauf spezialisierten

Abschnitten des Gehirns analysiert. Ein grosser Teil unserer Gehirnrinde ist nicht den einzelnen Sinnesorganen zugeordnet, sondern kann die verschiedensten Aufgaben erfüllen. Bei Lärm versucht das Gehirn, die eintreffenden Signale zu entschlüsseln und zu verarbeiten. Dazu werden immer grössere Abschnitte des Gehirns herangezogen, die dadurch für andere Aufgaben blockiert sind. Insbesondere informationshaltiger Lärm, z. B. Sprachfetzen, blockiert grosse Bereiche.

Die Leistungsfähigkeit bei Lärm nimmt nicht sofort ab, da noch ungestörte Verarbeitungsbereiche des Gehirns zur Verfügung stehen. Zudem reissen sich die Betroffenen zusammen und konzentrieren sich auf das Wesentliche. Der psychische Aufwand ist sehr gross: **Lärm führt zu Erschöpfung**. Viele gehen auch dazu über, nur die dringenden Aufgaben im Lärm auszuführen und alles andere in Ruhe später zu erledigen.

Zusammenfassend lässt sich über die leistungseinschränkenden Auswirkungen von Lärm Folgendes sagen:

- Geräusche beeinträchtigen häufig komplexe geistige Tätigkeiten sowie Leistungen mit hohen Anforderungen an die Geschicklichkeit und an die Informationsverarbeitung.
- Lärm kann das Erlernen gewisser Fertigkeiten erschweren.
- Untersuchungen haben ergeben, dass erhöhte Lärmpegel, schwankende oder unerwartete Geräusche die geistige Leistungsfähigkeit herabsetzen.

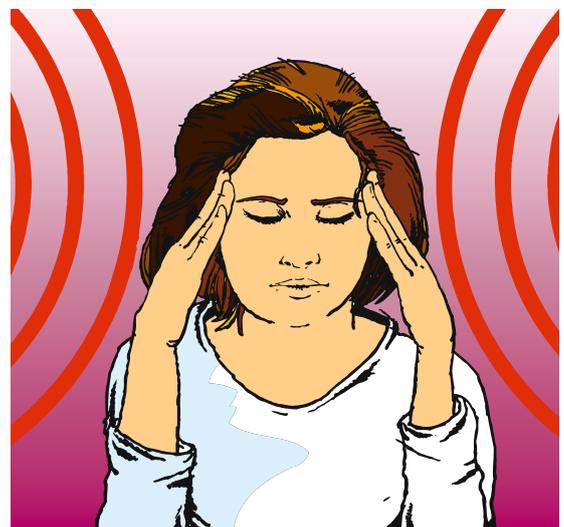


Bild 17: Lärm kann zu Erschöpfung führen.

7 Lärmbewältigung

In neuerer Zeit orientiert sich die Lärmwirkungsforschung auch an psychologischen Theorien über Stress und Stressbewältigung. Gemäss diesen Theorien entsteht Stress beispielsweise dann, wenn eine Person erkennt, dass sie auf eine Bedrohung oder Herausforderung nicht angemessen reagieren kann. Auf das Problem Lärm bezogen bedeutet dieser Ansatz, dass das Wissen um die eigenen Möglichkeiten, mit Lärm umgehen zu können bzw. ihm ausgeliefert zu sein, die Auswirkungen der Lärmbelastung sehr stark beeinflusst. Eine Lärmsituation hat also unterschiedlich starke kurz- und langfristige Auswirkungen, je nachdem, ob die betroffenen Personen wenigstens die Illusion haben, den Lärm beeinflussen zu können oder nicht. Im Alltag glauben zwar die wenigsten Betroffenen daran, dass die Lärmverursacher, staatliche Stellen oder sie selbst etwas Wirksames gegen den Lärm an der Quelle unternehmen können. Grosse Unterschiede bestehen aber in der Einschätzung, inwieweit sie als Betroffene die Auswirkungen der Geräusche auf ihre eigene Person reduzieren können. Manche Menschen sehen Lärmbewältigungsmöglichkeiten darin, die Fenster zu schliessen, sich in einen ruhigeren Raum zurückzuziehen, sich die Ohren zu verstopfen, einfach «abzuschalten» oder den Geräuschen auch positive Seiten abzugewinnen. Andere halten solche Bewältigungsversuche für völlig zwecklos.

Wieder andere befürchten, dass sie wegen des Lärms aggressiv werden oder zumindest «rappelig», was einer emotionalen «Geladenheit» entspricht, die kaum mehr zu kontrollieren ist. Sie stellen fest, dass sie vom Lärm aktiviert werden, sich gestört und belästigt fühlen. Der Umstand, dass etwas mit ihnen geschieht, gegen das sie wenig bis nichts unternehmen können, löst Verärgerung aus.

Dieser Aspekt ist bei Lärminderungsmaßnahmen ausserordentlich wichtig: **Solange die Betroffenen das Gefühl haben, dass die Betriebsleitung bemüht ist, die Lärmimmissionen am Arbeitsplatz zu begren-**

zen, werden sie in der Hoffnung auf eine Verbesserung – eine weniger starke Lärmempfindlichkeit zeigen als im Gefühl relativer Hilflosigkeit. Aussprachen zwischen Lärmverursachern und Betroffenen, eine Verbesserung des Arbeitsklimas oder ein echtes Zeichen des guten Willens können oft mehr bewirken als eine Lärmreduktion von einigen Dezibel.

Eine völlige Eliminierung von Geräuschen ist – nebenbei erwähnt – auch nicht wünschenswert, da absolute Stille bedrückend wirkt.

8 Schlussfolgerungen

Schall ist als Informationsträger sowie als Quelle ästhetischen Erlebens willkommen. Überfordert jedoch die Intensität, die Dynamik, die Frequenzcharakteristik oder die Bedeutung des Schalls die Fähigkeit oder die Bereitschaft einer Person, diesen zu verarbeiten, so treten Veränderungen des psychischen und körperlichen Zustands auf, die langfristig zu Gesundheitsschäden führen können. Die Hauptwirkung von Lärm auf den Menschen ist die Erhöhung der Aktivierung und damit die Verhinderung von Entspannung: Die wiederholte zwangsläufige Erhöhung der Wachsamkeit wird als unangenehm empfunden und führt zuletzt auch bei relativ langen Pausen zu ständiger Anspannung und psychischer Ermüdung.

Lärm ist also in erster Linie ein **hygienisches Problem**. Unter «Hygiene» versteht man in diesem Zusammenhang die Erhaltung und Förderung der Gesundheit sowie die Verhütung von Gesundheitsstörungen und Krankheiten jeglicher Art.

Die Grenzen zwischen Belästigung und Gesundheitsgefährdung sind fließend, da die Lärmauswirkungen bei steigender Belastung kontinuierlich zunehmen und ausserdem sehr individuell sind. Als Anhaltspunkte für das Eintreten von gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Lärm gelten vereinfacht folgende Werte (Tabelle 6):

Schalldruckpegel	Lärmauswirkungen
75 dB(A)	Vegetative und psychische Auswirkungen
60 dB(A)	Schwellenwert für Aufwachen
55 dB(A)	Kommunikationsstörungen
40 dB(A)	Veränderungen der Schlafqualität

Tabelle 6: Lärmauswirkungen bei bestimmten Schalldruckpegeln.

Eine Lärmbelästigung oder -beeinträchtigung kommt erst durch die individuelle **Beurteilung und Bewertung** einer wahrgenommenen Geräuschsituation zustande. Es ist daher wichtig, dass nebst den objektiven Messgrössen auch die subjektiven Grössen (Empfindungsgrössen) durch Befragen der Betroffenen erfasst werden. Die Beurteilung einer Lärmbelästigung bedingt also eine **ganzheitliche Erfassung**

der Situation. Man sollte sich davor hüten, mit allzu grosser Akribie Messdaten zu erfassen und die Beziehungsebene ausser Acht zulassen.

Wohl hat die Verwendung des einfach zu handhabenden A-bewerteten Schalldruckpegels ihre Vorzüge in der Messtechnik bzw. als Basis für die Beurteilung; der Realität der Lärmbelästigung wird man aber dadurch nur bedingt gerecht. Es ist deshalb wichtig, zusätzliche Kriterien in die Lärmbeurteilung mit einzubeziehen.

In der Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz sind für den Belästigungsbereich **tätigkeitsbezogene Richtwerte** in dB(A) enthalten. Die Richtwerte wurden entsprechend der Höhe der Anforderungen der geräuschexponierten Tätigkeiten festgelegt. Belästigungen und Beeinträchtigungen durch Lärm sollen dadurch auf ein zumutbares Mass reduziert werden. Mit diesen Richtwerten steht den Durchführungsorganen ein Instrument zur Verfügung, das es ihnen ermöglicht, bei Beschwerdefällen eine objektive Beurteilung vorzunehmen und wenn nötig entsprechende technische Massnahmen zu vollziehen. Mit den Richtwerten können Lärmbelästigungen am Arbeitsplatz zwar begrenzt, nicht aber ausgeschlossen werden. Entscheidend bleibt letztlich die Einschätzung bzw. das Gefühl der einzelnen Person: Wenn sich jemand belästigt fühlt – egal, ob bei 30 oder 70 dB(A) –, so wirkt sich dies negativ auf seine Psyche aus. Die betroffene Person muss etwas dagegen tun (z. B. versuchen, den Lärm zu bekämpfen, innere Einstellung ändern). Lärmgrenzwerte lösen das Problem – je nachdem, wie hoch sie angesetzt werden – für einen mehr oder weniger grossen Teil der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, aber kaum für alle. Lärm senkt die Effizienz – ob er nun von Geräten oder Arbeitskollegen verursacht wird. Gegenmassnahmen oder noch besser eine optimale Arbeitsplatzplanung, die darauf ausgerichtet ist, Belästigung durch Lärm von vornherein zu vermeiden, sind also eindeutig auch ein Gebot der Wirtschaftlichkeit.

9 Literaturverzeichnis

■ Allgemeine Literatur

Akustik und das moderne Büro
Ecophon AB 1998

Klangalltag – Alltagsklang
Alexander M. Lorenz 2000

Gehörgefährdender Lärm am Arbeitsplatz
Suva-Publikation, Bestell-Nr. 44057.d

Der persönliche Gehörschutz
Suva-Publikation, Bestell-Nr. 66096.d

Lärmschutz in der Industrie – eine Übersicht
für den Praktiker
Suva-Publikation, Bestell-Nr. 66076.d

Lärmbekämpfung durch Kapselungen
Suva-Publikation, Bestell-Nr. 66026.d

Akustische Grenz- und Richtwerte,
Suva-Publikation, Bestell-Nr. 86048.d

Industrielle Raumakustik
Suva-Publikation, Bestell-Nr. 66008.d

■ Gesetze, Richtlinien und Normen

USG
Bundesgesetz über den Umweltschutz vom
7. Oktober 1983 (Stand: 23. August 2005)

LSV
Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember
1986 (Stand: 5. Oktober 2004)

UVG
Bundesgesetz über die Unfallversicherung
vom 20. März 1981
(Stand: 6. Dezember 2005)

VUV
Verordnung über die Verhütung von Unfällen
und Berufskrankheiten vom 19. Dezember 1984
(Stand: 24. Dezember 2004)

ArG
Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie,
Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz) vom
13. März 1964 (Stand 13. August 2002)

ArGV 3
Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz vom
18. August 1993 (Gesundheitsvorsorge),
(Stand: 1. Februar 2000)

ArGV 4
Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz vom
18. August 1993 (Industrielle Betriebe,
Plangenehmigung und Betriebsbewilligung),
(Stand: 4. Juni 2002)

Richtlinie der Schweizerischen Gesellschaft
für Akustik SSA «für die Akustik von Schul-
zimmern und anderen Räumen für Sprache»
(Stand: 11. März 2004)

2006/42/EG
EG-Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvor-
schriften der Mitgliedstaaten für Maschinen

DIN 33404-3, Ausgabe: 1982-05
Gefahrensignale für Arbeitsstätten; Akustische
Gefahrensignale; Einheitliches Notsignal;
Sicherheitstechnische Anforderungen,
Prüfung

DIN 45631, Ausgabe: 1991-03
Berechnung des Lautstärkepegels und der
Lautheit aus dem Geräuschspektrum; Ver-
fahren nach E. Zwicker

SN EN ISO 7779, Ausgabe: 2001-07
Akustik – Geräuschemissionsmessung an
Geräten der Informations- und Telekommu-
nikationstechnik (ISO 7779:1999)

DIN 45645-1, Ausgabe: 1996-07
Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Mes-
sungen – Teil 1: Geräuschemissionen in der
Nachbarschaft

DIN 45645-2, Ausgabe: 1997-07
Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 2: Geräuschemissionen am Arbeitsplatz

DIN 45680, Ausgabe: 1997-03
Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft

DIN 45680 Beiblatt 1, Ausgabe: 1997-03
Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft – Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen

■ Lärmauswirkungen

SN EN ISO 11690-1, Ausgabe: 1997
Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 11690-1: 1996)

SN EN ISO 11690-2, Ausgabe: 1997
Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 2: Lärminderungsmaßnahmen (ISO 11690-2: 1996)

SN EN ISO 11690-3, Ausgabe: 1999
Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 3: Schallausbreitung und -vorausberechnung in Arbeitsräumen (ISO/TR 11690-3: 1997)

DIN EN 29295, Ausgabe: 1991-11
Akustik; Messung von hochfrequentem Geräusch von Geräten der Büro- und Informationstechnik (ISO 9295:1989); Deutsche Fassung EN 29295: 1991

SIA 181
Schallschutz im Hochbau 2006

ISO 532, Ausgabe: 1975-07
Akustik; Verfahren zur Berechnung des Lautstärkepegels

DIN EN ISO 9921, Ausgabe: 2004-02
Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation (ISO 9921: 2003); Deutsche Fassung EN ISO 9921: 2003

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 123
Bildschirmarbeit – Lärminderung in kleinen Büros

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 124
Bildschirmarbeit – Lärminderung in Mehrpersonenbüros

Anhang I

Akustische Grössen und Masseinheiten

Zeichen	Grösse	Einheit
L, L_p	Schalldruckpegel	dB
L_{AF}	Schalldruckpegel, A-bewertet mit Zeitkonstante Fast	dB
L_{eq}	äquivalenter Dauerschalldruckpegel	dB
L_{EX}	Lärmexpositionspegel	dB
L_{Peak}	Schalldruckspitzenpegel	dB
L_{max}	maximaler Schalldruckpegel	dB
L_r	Beurteilungspegel	dB
f	Frequenz	Hz
T_r	Beurteilungszeit	h
N	Lautheit	sone
N'	spezifische Lautheit	sone
N_G	berechnete Lautheit	sone
N_{GD}	berechnete Lautheit im Diffusfeld	sone
N_{GF}	berechnete Lautheit im Freifeld	sone
L_N	Lautstärkepegel	phon
L_{NG}	berechneter Lautstärkepegel	phon
L_{NGD}	ber. Lautstärkepegel im Diffusfeld	phon
L_{NGF}	ber. Lautstärkepegel im Freifeld	phon
f_g	Grenzfrequenz	Hz
R	Rauigkeit	asper
S	Schärfe	acum
F	Schwankungsstärke	vacil
AdT	Tonhaltigkeit	%
z	Tonheit (Frequenzgruppe)	Bark

