



Tönen statt Dröhnen

Lärminfo 16

Möglichkeiten zur Schallpegelreduktion
in Bandräumen, in Konzertlokalen und am Schlagzeug

Mit wenig viel erzielen

Durch einfache Massnahmen am Schlagzeug und am Raum lassen sich Pegelreduktionen von 5 bis 9 Dezibel (dB) erzielen. Reduktionen dieser Grössenordnung können einen Beitrag leisten, um die von der Schall- und Laserverordnung vorgegebenen Grenzwerte zur Verhütung von irreparablen Gehörschäden einhalten zu können. Als nicht uninteressante Zugabe winkt ein erheblich verbesserter Sound im Raum.

Die Kosten für grundlegende Massnahmen am Schlagzeug und am Raum belaufen sich auf knapp 750 Franken, der Zeitaufwand beträgt wenige Stunden.

Zusätzliche Pegelreduktionen können durch weitere Einzelmassnahmen erzielt werden:

- Bühnentepich
- Schaumstoffe, Mineralfaser- oder Steinwollelemente im Bühnen- und Deckenbereich
- Schaumstoffe an Stuhl- und Tischunterseiten
- Raumausstattung mit Sesseln, Sofas und Regalen
- Gezielte Ausrichtung der PA und Verstärker

Die Massnahmen können von Raum zu Raum variieren. Es geht darum, eine geeignete Kombination zu finden, die effizient ist und nicht darum, den ganzen Raum mit schallschluckendem Material auszustatten.

Wie kann der Schallpegel selber, günstig, und schnell reduziert werden?

Sowohl Massnahmen an der Schallquelle als auch an der Raumausstattung sind möglich. Um diese auszuarbeiten, sollten vorab einige Überlegungen gemacht werden:

- In welchem Frequenzbereich lohnt es sich den Pegel zu reduzieren?
- Bei welchem Instrument sollen Massnahmen durchgeführt werden?
- Welche Materialien sind für die Raumauskleidung geeignet?
- Wie können allfällige Reduktionen überprüft werden?

Die vorliegende Broschüre soll Wege aufzeigen, wie eine Pegelreduktion sowie ein besserer Klang erzielt werden kann.

Lautstärkeempfindung als Funktion der Frequenz

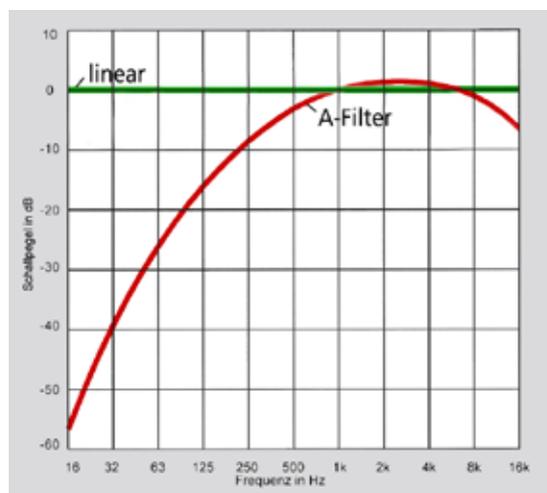
Das gesunde Gehör nimmt Schall zwischen 16 Hz und 16 000 Hz wahr (Bass: 20 – 150 Hz / Mitten: 150 – 2000 Hz / Höhen 2000 – 16 000 Hz). Dieses Frequenzspektrum wird auch bei Konzerten abgedeckt. Die Empfindlichkeit des Gehörs ist stark frequenzabhängig. Tieffrequente (unter 500 Hz) und hochfrequente (über 4000 Hz) Geräusche werden bei gleichem Schalldruck nicht so laut empfunden wie die Bereiche zwischen 500 und 4000 Hz. Entsprechend wird diese Empfindlichkeit auch bei der Schallpegelmessung berücksichtigt indem mit dem A-Filter gemessen wird. Dieser bewertet die nicht so laut empfundenen tieffrequenten und hochfrequenten Geräusche entsprechend weniger stark. Massnahmen, welche im empfindlichen Bereich zwischen 1000 und 4000 Hz wirken, eignen sich daher nicht nur besonders zur Schallpegelreduktion, sondern auch wegen der erhöhten Anfälligkeit für Gehörschäden.

Für die Darstellung der Lautstärke wird eine logarithmische Skala mit der Einheit Dezibel (dB) verwendet. Bei Messungen an Konzerten wird mit dem A-Filter gemessen und folglich mit dB(A) bezeichnet.

Die Rechenregeln für Schallpegel sind etwas ungewöhnlich:

$$100 \text{ dB plus } 100 \text{ dB} = 103 \text{ dB}$$

Eine Pegelerhöhung oder -senkung um 3 dB entspricht also einer Verdoppelung oder einer Halbierung der Schallintensität.



Dem menschlichen Gehör angepasste Frequenzbewertungskurve mit A-Filter

Massnahmen am Raum

Um einen Raum zu verbessern, wird schallschluckendes Material verwendet. Nebst dieser Eigenschaft soll das Material mit geringem zeitlichem Aufwand und in Eigenregie angebracht werden können und zugleich preiswert sein. Weiter ist zu beachten, dass die Materialien die gesetzlichen Brandschutzbestimmungen erfüllen.

Eine wichtige Materialkenngrösse ist der Absorptionsgrad α . Dieser gibt an, welcher Teil der Energie einer auftreffenden Schallwelle vom Material aufgenommen wird. Ist α gleich 1, wird die gesamte Energie (100 %) absorbiert also geschluckt, bei α gleich 0 wird die gesamte Energie reflektiert (0 % Absorption).

In untenstehender Tabelle ist der schallschluckende Anteil verschiedener Materialien in Prozent angegeben. Hellorange hervorgehobene Bereiche bezeichnen Materialien oder Gegenstände mit einem mittleren, dunkelorange markierte solche mit einem sehr hohen Absorptionsgrad. Diese liegen zudem im für das menschliche Gehör empfindlicheren Frequenzbereich zwischen 500 und 4000 Hz.

Schallabsorption in Abhängigkeit des Materials und der Frequenz									
Material	Frequenz [Hz]								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Beton	–	–	–	–	–	–	10 %	10 %	10 %
Fenster, Spiegel	–	–	10 %	10 %	10 %	–	–	–	–
Teppichboden >5 mm	–	–	–	10 %	10 %	30 %	50 %	60 %	70 %
Schwerer Vorhang	10 %	10 %	20 %	50 %	90 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Schaumstoff 5 cm	–	10 %	10 %	40 %	60 %	70 %	80 %	100 %	100 %
Steinwolle 5 cm	–	–	20 %	90 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Polsterstuhl (leer)	20 %	30 %	50 %	70 %	80 %	90 %	80 %	70 %	60 %
Holzstühle (leer)	–	–	–	20 %	20 %	40 %	40 %	30 %	30 %

Rauminnenausstattung

Eine weitere absorbierende Wirkung neben der Auskleidung kann durch die Innenausstattung, wie Polstersessel und -Gruppen, Stühle und Tische, Bücherregale oder Matratzen, erzielt werden. Bei reflektierenden Böden können Tische und Stühle auf der Unterseite mit Schaumstoff versehen werden.

Für eine schallabsorbierende Raumausstattung bieten sich viele Materialien an. Welche dafür verwendet werden ist von Raum zu Raum unterschiedlich und vom Gestalter abhängig.

Der Absorptionsgrad variiert je nach Material und Frequenz sehr stark. Poröse Absorber wie Textilstoffe (Teppiche, Moltons oder Vorhänge) und Schaumstoff besitzen im mittel- und hochfrequenten Bereich gute Absorptionswerte, Steinwolle auch im tieffrequenten. Alle eignen sich hervorragend zur Auskleidung reflektierender Oberflächen. Die in vorhergehender Tabelle aufgeführten Absorptionsgrade besitzen jedoch keine Allgemeingültigkeit. Eine Erhöhung der Dicke, des spezifischen Gewichts und der Distanz zur Wand erhöhen die Absorption insbesondere der tieferen Frequenzen.

Im Allgemeinen sollte bei porösen Absorbieren ein Wandabstand von etwa 15 bis 25 cm eingehalten werden, um einen optimalen Absorptionsgrad zu erzielen.

Welche Materialien eignen sich?

Für Böden kommt Teppich in Frage. Für die Wände- und Decken eignen sich Materialien wie Textil- und Schaumstoffe sowie Mineralfaser- und Steinwollelemente.

Bezüglich der erwünschten Anforderungen werden im Folgenden die Vor- und Nachteile der Absorber und der Montageart kurz aufgelistet:

Textilstoffe (Bühnenvorhänge/Moltons)

- + weisen bereits bei geringem Gewicht (300g/m²) gute Absorptionswerte auf
- + können im gewünschten Wandabstand montiert werden (optimaler Absorptionsgrad)
- + erreichen durch Faltung oder mehr Lagen einen höheren Absorptionsgrad
- + sind mobil
- + können vor dekorierten Flächen und Fenstern montiert werden
- + sind einfach und schnell zu montieren
- + haben ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- sind für eine Montage an der Decke aufwendiger

Schaumstoff-, Steinwoll- und Mineralfaserelemente

- + haben bereits bei geringer Dicke gute Absorptionswerte (Steinwolle auch im tieffrequenten Bereich)
- + sind einfach und schnell zu montieren
- + eignen sich für eine Montage an Decken sowie zur Auskleidung von Kleinstrukturen wie Tisch- und Stuhlunterseiten (Schaumstoff)
- + haben bei direkter Wandmontage ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis

Montage ohne Distanzhalter:

- kann der optimale Absorptionsgrad nicht erreicht werden
- kann keine Luft zirkulieren (Schimmelbildung möglich)
- ist keine Mobilität gewährleistet und kein Einsatz auf dekorierten Flächen und Fenstern möglich

Montage mit Distanzhalter:

- ist ein Distanzhaltergerüst notwendig
- ergibt sich ein Mehraufwand und ein schlechteres Preis-Leistungs-Verhältnis
- kann ein Wandverschleiss bei der Demontage die Folge sein

Was kommt wo hin?

Bei dekorierten Wandflächen oder solchen die temporär frei bleiben sollen, sind Vorhänge oder Moltons zu empfehlen. Diese können zur Montage mit Ösen bestückt und an ein Stahlseil mit Nachspanner gehängt werden. So kann der nötige Wandabstand und ein besserer Absorptionsgrad gewährt werden. Zugleich ist das System mobil.

Für Decken oder undekorierte Wandflächen eignen sich Schaumstoff-, Steinwoll- oder Mineralfaserelemente. Für Auskleidung kleiner Flächen (Stuhl- und Tischunterseiten) eignen sich auch Schaumstoffe. Um einen optimalen Absorptionsgrad zu erzielen, sollte aber der nötige Wandabstand eingehalten werden. Dies kann durch ein Montagegerüst bewerkstelligt werden, was jedoch den Aufwand erhöht. Im Allgemeinen ist darauf zu achten, dass alle drei Raumachsen gleichmässig schallabsorbierend ausgestattet werden. Weisen beispielsweise zwei gegenüberliegende Flächen schallharte Materialien auf, so kann die Klangqualität negativ beeinflusst werden.

Wirkung von Massnahmen im Raum

Für genauere Kenntnisse hat die Fachstelle Messungen im «Classroom» (Wetzikon, ZH) durchgeführt, einem kleineren Konzertraum mit einem Fassungsvermögen von etwa 120 Personen. Der Raum ist im Bühnenbereich mit schallabsorbierenden Materialien ausgestattet. Die Bühnendecke und ein schmaler Streifen der Bühnenwand sind mit Schaumstoff verkleidet. Auf der Bühne selbst befindet sich ein Teppich. Der restliche Raum besteht aus sehr schwach absorbierenden Materialien, es wird annähernd der gesamte Schall reflektiert. Das musikalische Programm umfasst die Genres Rock, Pop, Punk, Funk und Jazz.

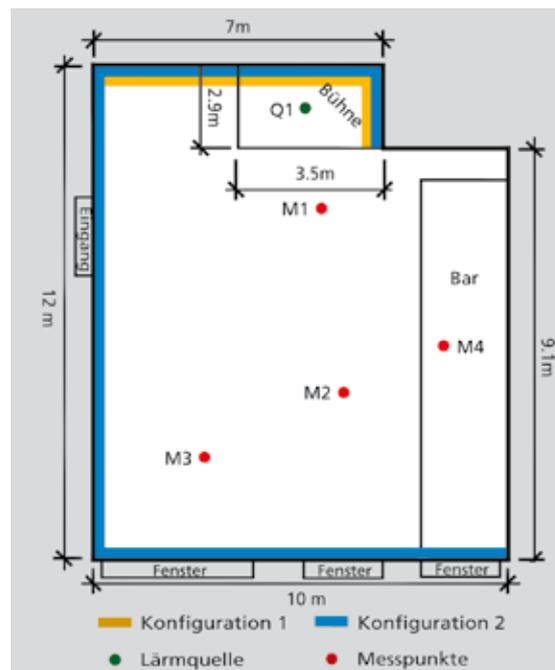


Die Bühne im «Classroom»



Sicht auf Bühne mit Konfiguration 1

Es wurden Messungen mit Bühnenmoltons durchgeführt. Dabei wurden Bühnenmoltons mit einem spezifischen Gewicht von 300 g/m² verwendet. Zuerst wurden Messungen ohne Molton, danach mit zwei Moltonkonfigurationen durchgeführt. Die Messpunkte wurden gewählt, um die Beschallung des Publikumsbereichs (M1 bis M3) als auch des Barpersonals (M4) abzudecken (vgl. Grafik).



Konfiguration 1 zeigt bereits eine deutliche Wirkung (vgl. Tabelle). Am Messpunkt M1 konnte eine Reduktion von 2 dB(A), bei den Punkten M2 bis M4 eine solche von 3 bis 4 dB(A) erzielt werden.

Pegelreduktion [dB(A)] durch Molton		
Messpunkt	Konfiguration 1	Konfiguration 2
1	-2	-3
2	-4	-4
3	-3	-5
4	-4	-4

Durch die Konfiguration 2 wird bei Messpunkt M1 und M3 eine weitere Reduktion von 1 bzw. 2 dB(A) erreicht. Dazu klingt der Hall schneller ab, was sich positiv auf die Klangqualität auswirkt.

Massnahmen am Schlagzeug

In kleinen Lokalitäten kann davon ausgegangen werden, dass das Schlagzeug das dominante Instrument ist. Dessen lauteste Komponente ist die Snare-Drum, gefolgt vom offen gespielten Hi-Hat und den Becken. Die Pegel in untenstehender Tabelle repräsentieren eine typische Rock-Pop-Schlagzeugpattern.

Die in orange hervorgehobenen Pegel weisen sehr hohe Werte auf. Sie liegen vorwiegend im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 4000 Hz. Anknüpfend an die Eigenschaften des menschlichen Gehörs macht es also auch deshalb Sinn, an diesen drei Komponenten und in diesem Frequenzbereich Massnahmen durchzuführen. Die verschiedenen Massnahmen mit den erzielten Pegelreduktionen werden später im Detail vorgestellt.

Schallpegel einzelner Schlagzeugkomponenten [dB]										
Komponente	Frequenz [Hz]									
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Snare-Drum	63	72	96	103	102	100	95	89	81	70
Hi-Hat offen	75	74	72	78	95	97	95	94	93	91
Becken	63	68	64	72	89	84	84	86	79	69

Bei Rockkonzerten mit herkömmlicher Besetzung (Schlagzeug, Gitarre, Bass, Keyboard und Gesang) gilt das Schlagzeug bezüglich der Lautstärke als dominantes Instrument. Entsprechend hat die Fachstelle Möglichkeiten zur Pegelreduktion nur an Komponenten dieses Instruments getestet. Bei den übrigen Instrumenten lässt sich der Pegel direkt über die Verstärker regeln.



Massnahmen am Schlagzeug (von links oben nach rechts unten): Snare mit zwei Dämpfungsrings, mit Aussendämpfer, mit aufgeklebtem Papiertaschentuch, Hi-Hat mit Cympads innen, Becken mit Damper-Pads, Gaffertape gerippt, Leichte (7A) und schwerere (5B) Sticks, Rods

Wirkung von Massnahmen am Schlagzeug

Die mit den gewählten Massnahmen erzielten Pegelreduktionen sowie die subjektive Wahrnehmung der Massnahmen durch den Schlagzeuger sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Pegelreduktion und Beurteilung einzelner Massnahmen			
Schlagzeugkomponente	Massnahme	Pegelreduktion [dB(A)]	Beurteilung durch den Schlagzeuger
Snare-Drum	Zwei Dämpfungsringe	-2.0	dumpfer und schnell ausklingend (je nach snare angenehmerer Klang)
	Aussen-Dämpfer	-1.0	ähnlicher Klang wie mit Ring, aber weniger effektiv, Platzproblem bei Mikrofonierung
	Papiertaschentuch	-1.0	wie mit Ring, dumpfer und schnell ausklingend, Notlösung (falls kein Ring vorhanden)
	Bierdeckel	keine	
Hi-Hat offen	Cympads	-4.0	deutlich leiser, keine Klangeinbusse
Becken locker	Cympads	-5.0	deutlich leiser, keine Klangeinbusse
	Damper-Pads	-2.0	klings schnell aus
	Gaffertape straff	-1.0	leiser, kein klanglicher Unterschied
	Gaffertape gerippt	-3.0	klings nicht aus
ganzes Drumset	7A-Sticks	keine	kein Unterschied
	Rods	-3.0	dumpfer und weicher Klang, gewöhnungsbedürftig, hoher Materialverschleiss

Die Massnahmen am Snare-Drum (mit Dämpfungsringen), am Hi-Hat und Becken (mit Cympads) zeigen eine deutliche Pegelreduktion. In Kombination dieser drei Massnahmen wurde eine Reduktion von 3 bis 4 dB(A) erzielt, was in etwa einer Halbierung der Schallintensität entspricht.

Pegelreduktion kombinierter Massnahmen		
Schlagzeugteil	Massnahme	Pegelreduktion [dB(A)]
Snare-Drum	Zwei Dämpfungsringe	-3.0 bis -4.0
Hi-Hat offen	Cympads	
Becken locker	Cympads	

Massnahmen an Verstärkern und PA

Verstärker

Alle Musikerinnen müssen sowohl ihr eigenes Instrument wie auch den gewünschten Mix der gesamten Band hören können. Anstatt die Lautstärke am Instrumentenverstärker zu erhöhen, lohnt es sich, verschiedene Positionen (Wandabstand, Raumecke) und Ausrichtungen (Verstärker kippen, aufbocken) auszuprobieren. Wichtig ist, dass die Verstärker auf die Ohren der Musiker ausgerichtet sind. Auf diese Art kann in Livesituationen die Verstärkung des eigenen Instrumentes über den eigenen Monitor verringert oder ganz weggelassen werden.

Ausrichten der PA

Auf Kopfhöhe positionierte Systeme führen zu gefährlich hohen Pegeln in den vordersten Reihen und beeinflussen die Klangqualität negativ weiter hinten. Für eine optimale Beschallung des Publikumbereiches sollten die Mittel- und Hochtonsysteme über die Köpfe des bühnenahen Publikums strahlen.

Wie laut ist das Ganze überhaupt?

Um ein Gefühl für die dB-Pegel im eigenen Lokal zu bekommen und um die Notwendigkeit von Massnahmen abzuklären, kann bei der Fachstelle Lärmschutz ein Messgerät mit Zubehör und Anleitung ausgeliehen werden.



Weitere Informationen:

Kontakt:

Tiefbauamt des Kanton Zürich
Fachstelle Lärmschutz
Walcheplatz 2/Postfach
8090 Zürich
Tel. 043 259 55 11
Fax 043 259 55 12
fals@bd.zh.ch ▶
www.laerm.zh.ch ▶

Internet:

www.schallundlaser.ch ▶
www.laermorama.ch ▶