

Schalldruckmessgerät SLM-BTA

Das Schallpegelmessgerät misst den Schalldruckpegel im Frequenzbereich von 35 dB bis 130 dB.

Mögliche Anwendungen:

- Umweltgeräusche untersuchen.
- Schallpegel vergleichen.
- Raumakustik erforschen.
- Schalldämmung untersuchen.
- Schallausbreitung erforschen.



Schalldruckmessgerät

Lieferumfang

- Vernier Schalldruckmessgerät
- Wind-Abschirmung (schwarze Schaumstoff-Abdeckung für den Sensor)
- vier AAA-Batterien
- Verbindungskabel zum Interface (CB-SLM)
- Handbuch (diese Anleitung)

Bitte beachten Sie, dass die Produkte von Vernier speziell für Unterrichtszwecke entwickelt werden. Sie sind für Industrie-, Medizin-, Forschungs- und Produktionszwecke nicht geeignet.

Beschreibung

Das Mikrofon des Schalldruckmessgerätes befindet sich am Ende des silbernen Schaftes an der Spitze des Messgerätes. Unterhalb des LCD-Displays sind drei Schalter mit den Bezeichnungen *S/F*, *MAX/RESET* und *A/C* angebracht, darunter der Ein-/Aus- bzw. Messbereichsschalter. Das Batteriefach befindet sich auf der Rückseite des Messgerätes. Auf der Unterseite sind Anschlüsse zur Signalausgabe an ein Interface.

Das LCD-Display zeigt den Schallpegel in dB an sowie niedrigen Batteriestand und gegebenenfalls eine Bereichswarnung. Die mitgelieferte Wind-Abschirmung aus Schaumstoff reduziert Störgeräusche, die durch Wind verursacht werden. Gleichzeitig dient sie als Schutz vor Staub und Schmutz.

Ein-/Aus-/Messbereichsschalter: Hier wird das Messgerät eingeschaltet und der Messbereich eingestellt. Mit der Einstellung 35-90 (LO) werden Frequenzen im Bereich von 35 dB bis 90 dB gemessen, mit der Einstellung 75-130 (HI) Frequenzen im Bereich von 75 dB bis 130 dB. Es erfolgt eine Bereichswarnung, wenn der gemessene Schallpegel außerhalb des eingestellten Bereichs liegt. Erfolgt diese Warnung dauerhaft, schalten Sie auf den passenden Bereich um.

Zeitgewichtung: Hier wird die Zeitgewichtung des Messvorgangs eingestellt. Für gewöhnliche Messungen stellen Sie den Schalter auf die langsame Einstellung *S*, für veränderliche Geräusche auf die schnelle Einstellung *F*. Im Unterricht wird die Einstellung üblicherweise *S* sein.

Maximum einfrieren: Wird der Schalter auf *MAX* gestellt, zeigt die Anzeige nur den maximalen gewichteten Schallpegel an. Im Unterricht wird der Schalter eher auf *RESET* stehen, wodurch fortwährend der aktuelle Messwert angezeigt wird. Die Einstellung *MAX* hat keinen Einfluss auf das Ausgangssignal, das zum Interface geschickt wird.



Bedienfeld

Frequenzgewichtung: Hier wird die Frequenzgewichtung eingestellt. Der A-bewertete Schallpegel entspricht am ehesten dem Frequenzbereich des menschlichen Gehörs. Diese Skala wird meist zur Messung der Einhaltung von Gesundheits- und Gehörschutzstandards genutzt. Der C-bewertete Schallpegel wird verwendet, um Schallquellen wie Motoren, Explosionen oder Maschinen zu messen. Er wird außerdem verwendet, um den gänzlich ungewichteten Schallpegel einer Geräuschquelle zu erfassen.

Videos

Unter www.vernier.com/slm-bta finden Sie Videos zu diesem Sensor.

Unterstützte Geräte

Aufzeichnung der Daten von Schalldruckmessgeräten und Mikrofonen								
Referenz	LabQuest2	LabQuest	LabQuest Mini mit Computer	GO!Link	Sensor DAQ	TI Nspire / LabCradle	LabQuest Stream	GW Link
SLS-BTA	•	•	•	•	•	•	o ¹	o ²
SLM-BTA	•	•	•	•	•	•	o ¹	•
MCA-BTA	•	•	•	•	•	•	o ¹	–
¹ Übertragung aktuell nur per USB-Verbindung. Bluetooth in einer späteren Version.								
² wird in Zukunft unterstützt.								

Unter www.vernier.com/manuals/slm-bta finden Sie eine aktuelle Liste zur Unterstützung auch neuer Interfaces wie GW-LINK und LabQuest Stream mit zugehöriger Software.

Software zur Messwernerfassung

Sie benötigen ein Interface mit BTA-Anschluss und eine geeignete Software zur Darstellung und Auswertung der Daten.

- Logger Pro (in Verbindung mit LabQuest, LabQuest Mini, LabPro oder Go! Link)
- Logger Lite (in Verbindung mit LabQuest, LabQuest Mini, LabPro oder Go! Link)
- LabQuest App (in Verbindung mit LabQuest als eigenständigem Gerät)

Weitere Informationen z.B. zur drahtlosen Übertragung auf iOS und Android Geräte finden Sie unter www.vernier.com/slm-bta.

Messungen mit dem Schalldruckmessgerät durchführen

1. Stellen Sie den Ein-/Ausschalter auf den passenden Messbereich ein.
2. Stellen Sie die Zeitgewichtung auf *S*.
3. Stellen Sie den mittleren Schalter (Maximum einfrieren) auf *RESET*.
4. Stellen Sie die Frequenzgewichtung auf *A*.

Das Schallpegel-Messgerät kann als eigenständiges Gerät verwendet werden, da es den Messwert auf seinem LCD-Display anzeigt. Möchten Sie Schallpegel-Messwerte speichern können Sie das Messgerät über das mitgelieferte Kabel mit einem Interface verbinden.

Einige Experimente mit dem Schalldruckmessgerät

Untersuchungen des Schallpegels

Schallpegelmessungen können in vielen alltäglichen Situationen erfolgen:

- vor, während und nach einem Konzert oder einer anderen Veranstaltung.
- im Verlauf eines Tages in einem Schulflur oder einem Einkaufszentrum.
- um Wettbewerbe per Publikumsapplaus zu entscheiden.
- innerhalb und außerhalb eines Fahrzeugs, mit Musikanlage.
- im Modell eines Ohrs mit Gehörgang: Messen des Schallpegels am Trommelfell wenn ein Kopfhörer getragen wird. Wiederholen des Experiments, wenn sich Ohrenstöpsel zwischen Kopfhörer und Sensor befinden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die von den amerikanischen und deutschen Behörden vorgegebenen Zeitlimits, für die man am Arbeitsplatz dem jeweiligen Schallpegel maximal ausgesetzt sein darf.

Zeitdauer in Std. pro Tag	Schallpegel US-Norm OSHA träge in dBA	deutsche Norm UVV Unfallverhütungsvorschrift Lärm in dBA ¹
8,0	90	85
6,0	92	
4,0	95	87
2,0	100	
1,0	105	94
0,5	110	97
0,25	115	

¹ Die aufgeführten Lärmgrenzwerte setzen voraus, dass sich das Gehör außerhalb der Arbeitszeit erholen kann, das heißt, dass der Schallpegel unter 70 dB(A) liegt.

Umgebungsmessungen

Umgebungsmessungen können überall dort durchgeführt werden, wo Menschen viel Zeit verbringen, beispielsweise zu Hause. Die Vorgaben von Gesundheitsbehörden beruhen auf statistischen Schalldruckmessungen, die in häuslicher Umgebung durchgeführt wurden. Eine dieser Messungen ist die des äquivalenten Dauerschallpegels L_{eq} . Stellen Sie die Gewichtung auf A und langsame Rückmeldung ein und messen Sie eine Stunde lang den Schallpegel. Wenn Sie anschließend den Mittelwert bestimmen, haben Sie eine Abschätzung von L_{eq} . Vergleichen Sie diesen mit den Gesundheitsvorgaben.

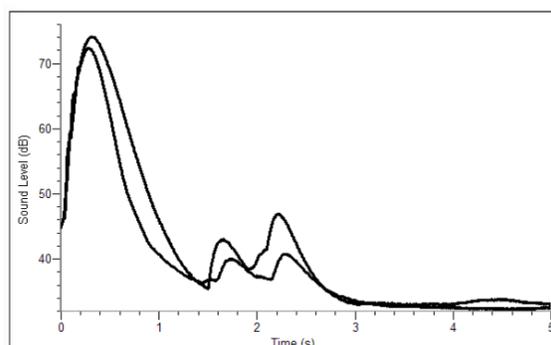
Raumakustik

Akustikingenieure stimmen Räume für bestimmte Zwecke ab. Ein Vorlesungssaal wird anders abgestimmt als eine Bibliothek. Mit dem Schalldruckmessgerät kann die Akustik eines Raumes untersucht werden. Ein Kennzeichen für eine gute Raumakustik ist die Nachhallzeit, das ist die Zeitdauer für die der Ton im Raum bleibt. Offiziell ist die Nachhallzeit die Zeit, in der der Schallpegel um 60 dB abfällt. Eine leere Sporthalle hat beispielsweise eine längere Nachhallzeit als eine Bibliothek. Harte Oberflächen in einem Raum ermöglichen es dem Schall, lange nachzuhallen, weiche Oberflächen dämpfen den Schall.

Führen Sie folgendes Experiment mit dem Schallpegelmessgerät durch:

1. Stellen Sie Ihre Software so ein, dass 5 Sekunden lang Daten erfasst werden.
2. Verwenden Sie die Trigger-Funktion der Software, so dass die Messwerterfassung mit einem lauten Geräusch gestartet wird.
3. Erfassen Sie Messwerte für die gewählte Dauer und untersuchen Sie anschließend den Graphen.
4. Untersuchen Sie, wie lange der Schallpegel benötigt, um einen bestimmten dB-Wert vom Spitzenwert abzufallen.
5. Wiederholen Sie das Experiment in einem anderen Raum und vergleichen Sie die Ergebnisse.

In diesem Experiment wurde die Raumakustik in einem schalldichten Raum und in einem großen Raum mit harter, ebener Oberfläche untersucht. Zwei Bretter wurden gegeneinander geschlagen, um ein lautes Geräusch zu erzeugen. Der Schallpegel im schalldichten Raum fiel in 0,35 s um 20 dB. Im Raum mit den kahlen Wänden fiel der Pegel in 0,51 s um 20 dB.



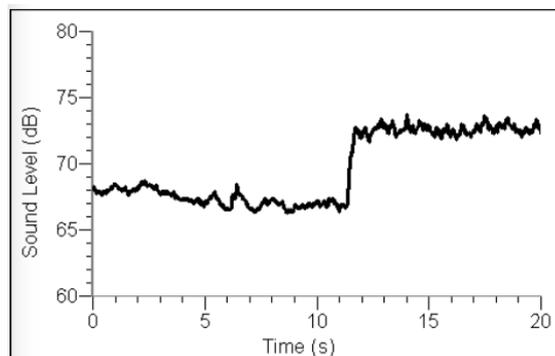
Schallpegel mit und ohne Dämmung

Farbe des Rauschens

Möglicherweise haben Sie schon einmal die Ausdrücke *rosa Rauschen* oder *weißes Rauschen* gehört. Vielleicht zucken Sie zusammen, wenn sie das Kratzen von Fingernägeln auf einer Tafel hören und bemerken andererseits das Geräusch eines Rasenmähers kaum. Diese Geräusche können alle denselben Schallpegel aufweisen, der Frequenzinhalt können jedoch erheblich abweichen.

Weißes Rauschen ist ein Geräusch, das ein einheitliches Frequenzspektrum im Bereich des menschlichen Gehörs hat. Das bedeutet, dass jede Frequenz zwischen 20 Hz und 20.000 Hz das gleiche Energieniveau hat. Es hört sich so an, als sei weißes Rauschen reich an hohen Frequenzen, aber dies ist nicht der Fall. Diese Vorstellung kommt daher, dass jede nachfolgende Oktave doppelt so breit ist wie die vorhergehende. Beispielsweise hat das 500 Hz Oktavband eine Breite von 354 Hz, die nächste Oktave, das 1000 Hz Oktavband, hat eine Breite von 707 Hz. Die Bilanz ist, dass in hohen Frequenzen mehr Energie steckt. Die Geräusche von Wasser und Wind ähneln weißem Rauschen.

Rosa Rauschen ist eine Variante von weißem Rauschen. Rosa Rauschen ist weißes Rauschen, das gefiltert wurde, damit jede Oktave die gleiche Energie aufweist. Dies wird gemacht, um den Anstieg in der Anzahl an Frequenzen pro Oktave auszugleichen. Mit dem Schallpegelmessgerät können Sie den Unterschied zwischen rosa und weißem Rauschen zeigen. Stellen Sie das Gerät auf die Frequenzgewichtung C ein. Wählen Sie einige Geräusche aus, die den gleichen C-bewerteten Schallpegel aufweisen. Messen Sie diese Geräusche nun mit der Frequenzgewichtung A und vergleichen Sie die Ergebnisse.



weisses und rosa Rauschen

Schalldämmung

Schalldämmung ist ein wichtiges Thema im täglichen Leben. Menschen, die neben einer Autobahn oder einem Flughafen wohnen, hören einen Unterschied, wenn sie in ihre Wohnung gehen und die Tür schließen. Akustikingenieure wählen gemeinsam mit Bauingenieuren Materialien aus, die Schall dämpfen. Beispielsweise dämpft eine Wand aus Gipskartonplatten den Schall anders als eine Wand gleicher Größe aus Beton. Ein Fenster mit einfacher Verglasung dämpft den Schall anders als ein Fenster mit Doppelverglasung.

Führen Sie folgendes Experiment durch:

Stellen Sie ein Radio in einen Raum mit Außenwand und Fenster. Stellen Sie das Radio auf eine nicht belegte AM-Frequenz ein, sie sollten dort nur Rauschen hören. Erhöhen Sie die Lautstärke soweit, dass Sie den Schall gerade so durch die Wand hören können. Messen Sie den Schallpegel an der Wand, danach am Fenster und schließlich im Raum. Wie sehr ändert sich der Pegel? Bemerkten Sie einen Unterschied hinsichtlich der Frequenzen?

Beispiele für Schallpegel:

Schallquelle	Oktafband-Frequenz in dBA
Große Rakete	180 - 194
Düsenjet	150
Schrotflintenschuss	145
Propellermaschine	140
Druckluft-Nietgerät, Schmerzschwelle	130
Rockkonzert, Donner	120
Baulärm	110
U-Bahn-Zug	100
Schwerlastwagen	90
lautes Restaurant	80
Straßenverkehr, normale Radiolautstärke	70
normallaute Unterhaltung, Geschirrpülmaschine	60
ruhiges Büro	50
Bibliothek	40
leises Flüstern	30
Blätterrascheln	20
normales Atmen	10
Hörschwelle	0

Oktafband-Frequenzbereiche mit zugehörigen A- und C-Bewertungen:

Mittlere Frequenz (in Hz)	Nutzbandbreite (in Hz)	A-Gewichtung (in dBA)	C-Gewichtung (dBC)
31	22,1 - 44,2	-39,4	-3,0
63	44,2 - 88,4	-26,2	-0,8
125	88,4 - 177	-16,1	-0,2
250	177 - 354	-8,6	0
500	354 - 707	-3,2	0
1.000	707 - 1.414	0	0
2.000	1.414 - 2.828	1,2	-0,2
4.000	2.828 - 5.657	1,0	-0,8
8.000	5.657 - 11.314	-1,1	-3,0

Funktionsweise

Das Schallpegel-Messgerät verwendet ein Kondensatormikrofon, das sich am Ende des Schaftes befindet. Das Ausgangssignal dieses Mikrofons wird gefiltert, verstärkt sowie durch Integrier- und Addierschaltkreise geleitet, um eine einzelne Pegelmessung durchzuführen.

Das Kondensatormikrofon ist als Richtmikrofon ausgelegt, weshalb es in Richtung der Geräuschquelle gehalten werden muss, es sei denn es sollen Hintergrundgeräuschpegel gemessen werden.

Akustikingenieure teilen das Audiospektrum in Oktavbänder ein. Der Gewichtungsschalter am Schallpegel-Messgerät wird dazu verwendet, verschiedene Werte zu Teilen des Oktavbands zu addieren oder davon zu subtrahieren. Der A-bewertete Schallpegel vernachlässigt tiefe Frequenzen genau wie das menschliche Gehör. Mit dieser Einstellung misst das Messgerät im Bereich von 500 bis 10.000 Hz. Diese Skala wird meist zur Messung der Einhaltung von Gesundheits- und Gehörschutzstandards genutzt. Der C-bewertete Schallpegel vernachlässigt tiefe Frequenzen nicht und misst den Frequenzbereich von 30 bis 10.000 Hz durchgehend. Dieser Bereich ist nützlich um Schallquellen wie Motoren, Explosionen oder Maschinen zu messen. Der mit diesen beiden Gewichtungen gemessene Schallpegel hat die Einheit dbA bzw. dBC.

Kalibrierung

Es ist nicht nötig den Sensor zu kalibrieren, da er vor dem Versand werksseitig kalibriert wurde. Sie können einfach die passende Datei verwenden, die in Ihrem Messwerverfassungsprogramm von Vernier gespeichert ist.

Problembehandlung

Unter www.vernier.com/til/1386 finden Sie weitere Informationen zur Problembehandlung sowie einen FAQ-Bereich.

Technische Daten

Sensor:	1/2" Elektret- Kondensatormikrofon (vorpolarisiert)
Spannungsversorgung:	Vier AAA-Batterien
Batterielebensdauer:	Etwa 50 Stunden
Anzeige:	3,5" LCD
Messbereich:	
niedrig (LO):	35 dB bis 90 dB
hoch (HI):	75 dB bis 130 dB
Frequenzbereich:	31,5 Hz bis 8000 Hz
Auflösung:	0,1 dB
Genauigkeit:	1,5 dB (bezogen auf 94 dB bei 1 kHz)
Ausgangsspannung:	DC: 10 mV/dB, AC: 1,0 V/rms abhängig vom gewählten Bereich
Gespeicherte Kalibrierung:	
Steigung:	100 dB/V
Achsenabschnitt:	0 dB/V

Entsorgung

Die Akkus (GW-BAT-xxx) und Batterien (Knopfzellen CR2025) in unseren Bluetooth-Sensoren Go Wireless haben je nach Gebrauch eine Einsatzdauer von bis zu 2 bis 3 Jahren oder länger.



- Wir empfehlen, diese nach dem Einsatz jeweils nach den nationalen bzw. regionalen Regelungen über Batteriesammelstellen und keinesfalls über den Hausmüll zu entsorgen.
- Für Deutschland gilt seit dem 1. Dezember 2009 ein neues Batteriegesetz welches die Entsorgung verbindlich gesetzlich regelt.

Gewährleistung

Vernier gibt auf dieses Produkt fünf Jahre Garantie ab dem Tag der Auslieferung an den Kunden. Die Garantie ist beschränkt auf fehlerhaftes Material oder fehlerhafte Herstellung. Fehler durch falsche Handhabung sind von der Garantie ausgeschlossen.



Im Alleinvertrieb von

heutink.technik

Sitz Adresse:
Heutink Technische Medien GmbH
Brüsseler Str. 1a
49124 Georgsmarienhütte
info@heutink-technik.de

Postanschrift:
Heutink Technische Medien GmbH
Industriepark 14
7021 BL Zelhem
info@heutink.com

*basiert auf Stand 27.09.2015
Stand 14. Juni 2016*