

K. Bay, X. Zhou, W. Schneider

## Messsystem zur Abnahme von Freifeldräumen

### Abnahmemessung reflexionsarmer Räume

Im Freifeld [1] und Halbraum mit einer reflektierenden Ebene [2] nimmt der Schalldruck des von einer punktförmigen Quelle abgestrahlten Schalls mit dem Quadrat der Entfernung ab. Bei akustischen Prüfräumen [3,4] ist die Gleichmäßigkeit der Schalldruckabnahme innerhalb zulässiger Abweichungen, als Güte der Freifeldeigenschaft, gemäß [5] nachzuweisen. Bei der Abnahmemessung sind vom akustischen Zentrum der Prüfschallquelle mindestens fünf gerade Mikrofonbahnen, von denen vier in die Raumecken verlaufen, zu wählen. Auf jeder Mikrofonbahn ist an mindestens 10 Punkten der Schalldruckpegel zu messen. Die Messung ist mit geeigneten Prüfschallquellen für tiefe, mittlere und hohe Frequenzen durchzuführen. Daraus ergibt sich schon bei kleinen Abmessungen von Messräumen eine große Anzahl von Messpunkten und Daten. Ein neues effizientes System zur Abnahme von Freifeldräumen verbindet Messdatenerfassung, mechanisches Positioniersystem und Datenauswertung.

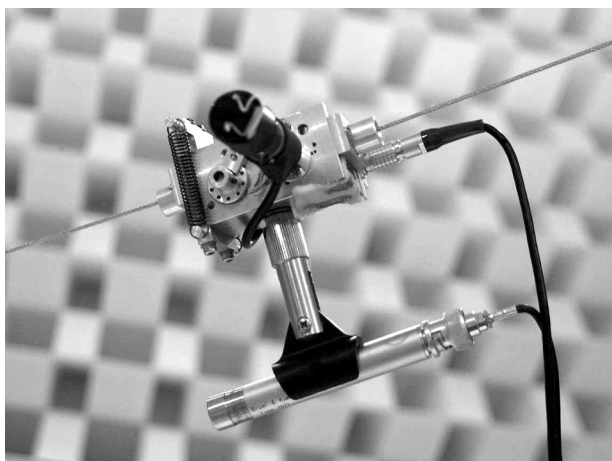


Bild 1: Mechanisches Positioniersystem mit Mikrofon.



Bild 2: Schallanalysator mit Steuereinheit des Positioniersystems.

### Mechanisches Positioniersystem

Die Messpunkte sind auf einer vom akustischen Zentrum ausgehenden geraden Mikrofonbahn in vorgegebenen Abständen zu wählen. Auf dieser Bahn wird ein dünnes Stahlseil ausgehend vom Lautsprecher zum Wandpunkt gespannt. Die einzelnen Messpunkte auf dieser Geraden werden mit einem Mikrofonwagen angefahren. In Bild 1 ist der auf dem Stahlseil geführte Mikrofonwagen dargestellt. Die Positionierung des Mikrofonwagens erfolgt mit einer Steuereinheit. Dort werden Schrittweite, der Abstand der Mikrofonpositionen und der maximale Abstand zur Schallquelle vorgegeben. Zur Messung einer Bahn wird der Mikrofonwagen am Ausgangspunkt positioniert. Jeder weitere Messpunkt kann manuell über die Tastatur der Steuereinheit oder ein externes Steuersignal angefahren werden. Erreicht der Mikrofonwagen einen Messpunkt, wird dies durch eine Rückmeldung angezeigt und eine neue Messung mit einem Schallanalysator gestartet. Dies erlaubt, die Schalldruckpegel in einer fortlaufenden Messserie über die gesamte Mikrofonbahn

Microsoft Excel - FRAMS.XLS

Projekt: Messpunkte: 0,25 [m]  
 Projekt: Schrittweite: 1,00 [m]  
 Messung beendet: Bahn: 5,00 [m]  
 Letzte Messung: Notz: 3,00 [m]

Max. Abw. [dB]	Frequenz [Hz]	Erfernung Schalquelle - Mikrofon in [m]	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
2,5	20																		
2,5	25																		
2,5	31,5																		
2,5	40																		
2,5	50	-1,2	-1,9	0,0	-1,2	0,8	1,0	1,8	1,6	2,0	1,7	2,1	1,9	0,8	-0,6	-2,1	-1,4	-3,4	
2,5	63	1,8	1,0	0,4	-0,9	-1,7	-2,1	-1,6	-0,9	0,0	0,6	1,4	2,1	2,0	2,0	1,8	1,3	-0,3	
2,5	80	0,9	1,3	1,6	1,9	1,0	0,9	-0,2	-0,4	-1,8	-1,9	-1,7	-1,3	-0,9	0,2	-0,1	0,5	-0,1	
2,5	100	1,5	1,1	0,4	-0,5	-1,5	-1,4	-0,4	0,7	1,0	0,5	-0,3	-0,5	-1,3	-1,0	-1,0	-0,8	-0,7	
2,5	125	0,1	1,2	2,1	2,6	2,2	0,8	-1,3	-2,9	-2,7	-1,5	-0,9	-0,3	-1,5	-2,7	-3,2	-2,6	-2,1	
2,5	160	-0,8	0,6	1,6	1,6	1,8	1,7	2,0	2,4	1,7	-0,5	-1,9	-1,4	-0,5	-0,5	-2,4	-3,0	-3,6	
2,5	200	-1,2	-1,0	-1,2	-0,4	1,3	1,9	1,8	1,2	0,7	0,9	0,3	0,1	-0,5	1,3	1,8	0,6	-1,9	
2,5	250	-0,2	0,4	-0,2	-1,2	-0,8	0,0	1,1	1,0	1,1	1,1	0,4	0,2	-0,9	-1,1	-0,5	1,2	0,4	
2,5	315	-1,4	-0,9	0,1	0,3	-0,6	-1,7	-1,8	0,2	1,2	0,6	0,4	1,8	1,7	-0,8	0,0	0,5	0,4	
2,5	400	-1,5	-1,2	-1,6	-1,7	0,0	-0,2	-0,6	-1,2	-1,6	-0,1	0,5	0,5	0,1	1,4	1,8	-1,4	-1,8	
2,5	500	-1,4	-1,7	-1,1	-0,7	-1,1	-1,0	-0,4	0,3	0,1	-1,4	-1,6	-0,3	1,3	-0,8	0,5	1,7	1,1	
2,5	630	-0,6	-0,7	-0,6	-0,6	-1,0	-0,3	-0,5	-1,1	0,2	0,1	0,1	-0,2	-0,7	-0,5	0,4	-0,6	1,1	
2,0	800	0,1	-0,1	-0,2	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,1	-0,6	-0,2	0,0	0,6	0,1	-0,3	-0,1	0,2	0,0	
2,0	1000	0,9	0,8	0,5	0,1	0,0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,4	-0,4	-0,5	0,0	-0,4	0,2	-0,2	-0,9	-0,8	
2,0	1250	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,4	-0,1	0,2	0,5	-0,5	
2,0	1600	-1,3	-0,9	-0,5	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,4	0,2	0,7	-0,1	0,5	1,3	
2,0	2000	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,7	0,4	0,6	0,3	0,6	
2,0	2500	0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,2	-0,4	0,0	0,1	-0,2	0,1	-0,1	0,4	
2,0	3150	1,2	0,7	0,1	-0,1	-0,6	-0,6	-0,8	-1,0	-0,9	-0,9	-1,0	-0,8	-0,8	-1,0	-1,2	-0,1	-1,0	
2,0	4000	0,8	0,4	-0,2	-0,6	-0,8	-0,7	-0,7	-0,8	-0,8	-0,6	-0,7	-0,4	0,0	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	
2,0	5000	1,0	0,6	0,3	-0,2	-0,5	-0,5	-0,7	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	

View / Rechnung / Messung / Normierung / Konstante / Messbahn / 63Hz / 125Hz / 250Hz / 500Hz / 1kHz

Bild 3: EXCEL-Arbeitsmappe mit Übersichtstabelle der frequenzabhängigen Abweichungen von dem Entfernungsgesetz der einzelnen Messpunkte. Überschreitungen der zulässigen Toleranz sind dunkel hinterlegt. Umrandete Felder kennzeichnen einen Wandabstand kleiner  $\lambda/4$ .

zu messen. In Bild 2 ist das Messsystem bestehend aus Steuereinheit und Schallanalysator zur Messdatenerfassung dargestellt.

### Messdatenauswertung

Das neue Programm stellt eine Erweiterung dieses Messsystems dar. Es koordiniert den zeitlichen Ablauf: positionieren, messen, übertragen und auswerten. Die Auswertung der Messdaten erfolgt in einer EXCEL-Arbeitsmappe. Ist der Schalldruckpegel an einer Mikrofonposition gemessen, wird dieser über eine Schnittstelle in die Arbeitsmappe übertragen. Es wird fortlaufend die Abweichung von dem Entfer-

nungsgesetz ermittelt und in die Übersichtstabelle gemäß Bild 3 eingetragen. Dabei erfolgt ein Vergleich mit zulässigen Toleranzwerten. Bei Überschreitung der Toleranzen werden die entsprechenden Felder dunkel hinterlegt. Zusätzlich wird für jede Frequenz der Schalldruckpegel als Funktion des Abstandes in einem Diagramm dargestellt. Im Anschluss an die Berechnung wird der Mikrofonwagen erneut positioniert und die nächste Messung gestartet. Der Anwender hat dadurch bereits während der Messung einen Überblick über den aktuellen Stand der Güte der Freifeldigenschaften auf jeder Mikrofonbahn. Nach Beendigung der Messung stehen die tabellarische Darstellung der Freifeldigenschaften sowie die Diagramme der Pegelabnahme als Anlage zum Messbericht sofort zur Verfügung.

### Erweiterungsmöglichkeiten

Die Integration des Programms in eine EXCEL-Arbeitsmappe erlaubt es dem Anwender, dieses Programm durch eigene Berechnungsalgorithmen zu erweitern. Zusätzlich gestattet diese Umsetzung eine flexible Anpassung des Messsystems an weitere Messaufgaben.

### Literatur

- [1] Fuchs, H.V.; Pfeiffer, G.; Roller, M.: Reflexionsarmer Motor-Akustik-Prüfstand bis 50 Hz. IBP-Mitteilung 24 (1997), Nr. 320.
- [2] Zha, X.; Späh, M.; Fuchs, H.V.; Eckoldt, D.; Babuke, G.: Neuer reflexionsarmer Raum für den gesamten Hörbereich. IBP-Mitteilung 24 (1997), Nr. 321.
- [3] Dreyer, W.; Hoppe, P.; Friederich, P.; Fuchs, H.V.: Das neue Volkswagen-Akustikzentrum in Wolfsburg. Teil 1: Prüfstände. ATZ 105 (2003), H. 3, S. 250-260.
- [4] Fuchs, H.V.; Zha, X.; Babuke, G.; Friederich, P.: Das neue Volkswagen-Akustikzentrum in Wolfsburg. Teil 2: Reflexionsarme Raumauskleidungen. ATZ 105 (2003), H. 4, S. 372-382.
- [5] ISO/DIS 3745.2: Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms. (2002).

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)**

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00

D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0