

Akustische Messung von reflexionsarmen Räumen

Verfahren mit Einzel- und Multisinussignalen

Gerhard Babuke, Karlheinz Bay, Tobias Olschewski

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, E-Mail: gerhard.babuke@ibp.fraunhofer.de,
karlheinz.bay@ibp.fraunhofer.de, tobias.olschewski@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

Die Qualität eines Freifeldraumes wird hauptsächlich von den Eigenschaften der Schall absorbierenden Raumauskleidung bestimmt. Der Eignungsnachweis erfolgt durch eine Prüfung der Schalldruck-Pegelabnahme nach der Norm ISO 3745 [1]. Die Prüfschallquelle ist schrittweise mit diskreten Frequenzen zu speisen, die den gesamten Frequenzbereich, für den die Eignung des Raumes zu prüfen ist, umfassen. Die Prüftöne entsprechen den Terzmittenfrequenzen. Die Verwendung einer Mischung von Einzeltönen, die sich um mehr als ein Terzband voneinander unterscheiden, erlaubt eine wesentliche Zeiteinsparung gegenüber der sequentiellen Abtastung für jeden Einzelton.

Gegenstand der Untersuchungen war die Verwendung einer Mischung von Einzeltönen, die sich um nur ein Terzband voneinander unterscheiden. Sie dienen zur Überprüfung, inwieweit dadurch und mit welcher Genauigkeit eine weitere Zeiteinsparung bei der Raumeignungsprüfung möglich ist. Es werden die Ergebnisse der Pegelabnahmemessungen mit Einzeltönen denen mit Multisinustönen bei genau einem Frequenzbandabstand gegenüber gestellt und bewertet.

Messverfahren

Bei dieser Vergleichsprüfung wurde die Abnahme der Schalldruckpegel im Freifeld über der Schall reflektierenden Fläche für jede betrachtete Frequenz mit den zu erwartenden 6 dB pro Abstandsverdopplung im Halbfreifeldraum des IBP messtechnisch überprüft. Als Prüfschallquelle wurden für die tiefen, mittleren und hohen Frequenzen drei dafür geeignete Lautsprecher gemäß [Abb. 1](#) mit kugelförmiger Abstrahlcharakteristik verwendet.



Abbildung 1: Messung der Schalldruckpegelabnahme unterer Frequenzbereich - Prüfschallquelle auf dem Boden in Raummitte

Zur Anregung des Raumes wurden die Prüfschallquellen schrittweise in Terzabständen mit diskreten Frequenzen von 50 Hz bis 12,5 kHz gespeist. Bei einer zweiten Messreihe wurden die Prüfschallquellen mit Multisinussignalen bei den tiefen Frequenzen in 11 Terzbändern von 50 Hz bis 500 Hz, bei den mittleren Frequenzen in 10 Terzbändern von 630 Hz bis 5 kHz und bei den hohen Frequenzen in 4 Terzbändern von 6,3 kHz bis 12,5 kHz gespeist. Sie wurden jeweils aus einer Mischung von Einzeltönen bei genau einem Terzbandabstand in einem komplexen Wave-File generiert. Die einzelnen Schalldruckpegel wurden entlang einer Seilbahn gemäß [Abb. 2](#) über der Entfernung in Richtung der oberen Raumecke in Abständen von 0,1 m aufgenommen.

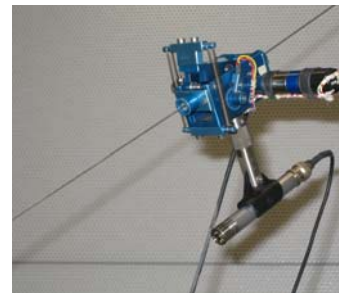


Abbildung 2: Messung der Schalldruckpegelabnahme auf einem Pfad von der Prüfschallquelle in die Raumecke

Die Schallquelle befand sich in Raummitte auf dem Boden. Die Messpositionen lagen bei 0,5 m Startpunkt bis 5,4 m am Endpunkt. Aus den Daten wurden die Differenzen zwischen den gemessenen und den nach dem Entfernungsgesetz [1] berechneten Werten bestimmt. Die Anforderungen an die Freifeldgüte werden im Raum bis dahin erfüllt, wo die Differenzen der Höchstwerte nach Tabelle A.2 in [1], in den Bildern als rote Linien dargestellt, erstmalig überschritten werden.

Ergebnisse

Die Abweichungen von den gemessenen Pegeln gegenüber den nach dem Entfernungsgesetz berechneten Pegeln wurden für beide Messverfahren in Grafiken gegenüber gestellt. Die schwarze Linie zeigt die Anregung mit dem jeweiligen Sinuseinzelton und die blaue Linie mit den Multisinussignalen, bestehend aus den Einzeltönen in den benachbarten Terzmittenfrequenzen. Auf [Abb. 3](#) bis [Abb. 6](#) sind für verschiedene Frequenzen die Verläufe der Pegelabnahmen dargestellt.

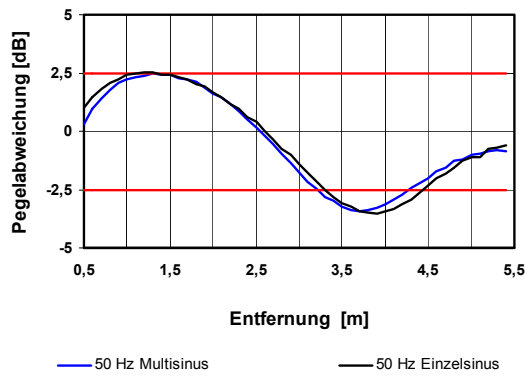


Abbildung 3: Freifeldcharakteristik unterer Frequenzbereich mit den Pegelabweichungen bei der Terzmittenfrequenz 50 Hz. Das Multisinussignal besteht aus 11 Einzeltönen der Terzbänder 50 Hz bis 500 Hz.

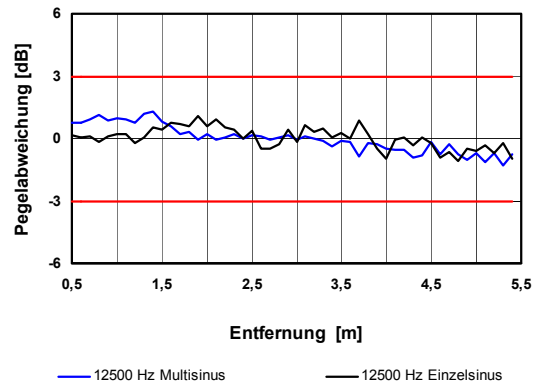


Abbildung 6: Freifeldcharakteristik oberer Frequenzbereich mit den Pegelabweichungen bei der Terzmittenfrequenz 12,5 kHz. Das Multisinussignal besteht aus 4 Einzeltönen der Terzbänder 6,3 kHz bis 12,5 kHz

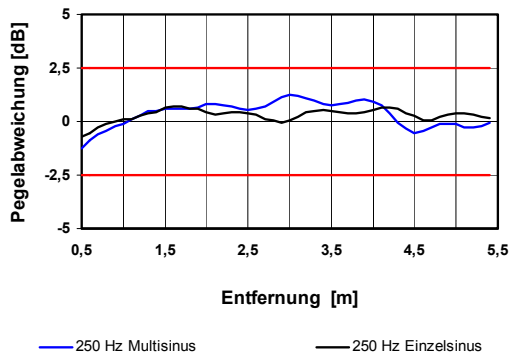


Abbildung 4: Freifeldcharakteristik unterer Frequenzbereich mit den Pegelabweichungen bei der Terzmittenfrequenz 250 Hz. Das Multisinussignal besteht aus 11 Einzeltönen der Terzbänder 50 Hz bis 500 Hz.

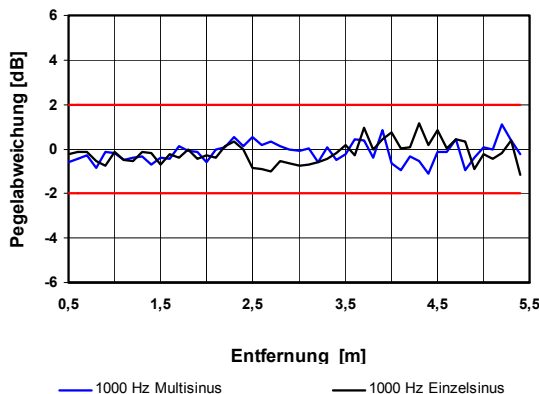


Abbildung 5: Freifeldcharakteristik mittlerer Frequenzbereich mit den Pegelabweichungen bei der Terzmittenfrequenz 1000 Hz. Das Multisinussignal besteht aus 10 Einzeltönen der Terzbänder 630 Hz bis 5 kHz.

Die dargestellten Ergebnisse von vier Terzmittenfrequenzen sind für das gesamte Frequenzspektrum repräsentativ. Die Ergebnisse weichen absolut um bis zu 2 dB wechselseitig voneinander ab. Sie weisen hinsichtlich der Signalanregung keine signifikanten Abweichungen auf. Selbst bei 50 Hz mit dem kleinsten Frequenzabstand zu den Nachbarfrequenzen trifft dies zu. Die Unterschiede liegen in der Größenordnung der Genauigkeit der Messgeräte sowie der Reproduzierbarkeit der Messungen selbst

Zusammenfassung

Mit dem Schalldruckpegelabnahme Verfahren nach [1] erfolgte in einem akustischen Messraum die Überprüfung der Freifeldeigenschaften bei Anregung mit Sinustönen. Es wurden die Messungen bei den Terzmittelfrequenzen mit 25 Einzelsignalen und 3 Multisinussignalen durchgeführt. Obwohl beim Multisinus die Mischung von Einzeltönen mit genau nebeneinander liegenden Frequenzbändern erfolgte, ergaben sich Pegelabweichungen von ± 1 dB. Bei einem Multisinus mit einem Abstand von mehr als einem Frequenzband wäre bereits ein Messaufwand von 6 Multisignalen für jeden zu prüfenden Pfad erforderlich. Der Vorteil liegt in einer Halbierung des zeitlichen Messaufwandes. Beide Verfahren erwiesen sich als gleichwertig zur Raumanregung geeignet.

Literatur

[1] ISO 3745: 2003-12: Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen; Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Räume