

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 65 (1947)
Heft: 19

Artikel: Der schallgedämpfte Versuchsraum der Albiswerk Zürich A.-G.
Autor: Müller, A.C. / Müller-Strobel, Josef
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-55874>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der schalldämpfte Versuchsraum der Albiswerk Zürich A.-G.

DK 534.62

Von A. C. MÜLLER, Arch., und Dr. sc. techn. JOSEF MÜLLER-STROBEL, El.-Ing., Zürich

1. Einleitung

Akustische Apparate, die man untersuchen will, müssen einem eindeutig bestimmten Schallfeld ausgesetzt werden. Hierfür kann z. B. ein solches mit kugelförmiger Ausbreitung (Kugelwellen) in Frage kommen, in dem sich die Druckamplitude umgekehrt proportional mit dem Abstand des Messobjektes von der Schallquelle verändert. Soll diese Gesetzmässigkeit bestehen, so sind Schallquelle und Messobjekt so aufzustellen, dass die Wellen, die an den im gleichen Raum sich befindenden Gegenständen und an den Wänden reflektiert werden, praktisch vernachlässigbar schwach sind gegenüber denen, die direkt auf das Objekt auffallen. Denn die reflektierten Wellen stören das Schallfeld und verunmöglichen ein richtiges Messen akustischer Grössen.

Bis zu einem gewissen Grad lässt sich die Bedingung des reflexionsfreien Raumes beim Aufstellen der Gegenstände im Freien (freies Schallfeld) erfüllen. Da dadurch solche Messungen stark von der Witterung und dem nie ganz zu vermeidenden Lärm beeinflusst werden, misst man aber mit Vorteil in geschlossenen Räumen, deren Wände weitgehend reflexionsfrei gebaut sind.

Nachfolgend wird ein nach modernen Gesichtspunkten erstellter, schalldämpfter Raum der Albiswerk Zürich A.-G. beschrieben und an Hand von Messungen gezeigt, wie weit er den gestellten Anforderungen entspricht. Auf die Ausgestaltung des Messraumes mit elektroakustischen Apparaten wird absichtlich nicht näher eingegangen, weil in diesem Aufsatz nur die baulichen Belange und die akustischen Eigenschaften behandelt werden sollen.

Die Aufgaben, die sich bei einem solchen Bauvorhaben dem Architekten und dem Akustiker stellen, bestehen darin, mit den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln ein Maximum an akustischer Qualität, also hohe Absorptionskoeffizienten der schallabsorbierenden Bedeckung der Wände zu erreichen. Das ist nur möglich, wenn die aktive Oberfläche durch geeignete Formgebung vergrössert, aufgelockert und die Schichtungen der schallabsorbierenden Stoffe genügend dick vorgesehen werden. Weiter beeinflusst die Raumgrösse teilweise die Ausbreitungseigenschaften des Schallfeldes, was zur Wahl einer den Messobjekten angepassten Raumgrösse

zwingt. Nur eine enge, verständnisvolle Zusammenarbeit zwischen Architekt und Akustiker und gute technische Vorarbeit geben Gewähr für eine befriedigende Lösung der gestellten Aufgabe.

Der vorliegende Messraum wurde von Arch. A. C. Müller in Gemeinschaft mit den zuständigen technischen Organen der Bauherrschaft entworfen und durchgeführt. Ihnen stand Dipl. Ing. W. Furrer, Bern, beratend zur Seite.

2. Aufbau des Raumes

Der Schallmessraum ist als einstöckiger, eigener Gebäudeteil an ein vorhandenes Laboratoriumsgebäude auf dem Areal der Albiswerke angebaut, und von diesem durch schalldichtende Fugen getrennt (Bild 1 und 2). Dazu dienen Korkplatten und Dachpappenstreifen zwischen allen anstossenden Mauer-, Boden- und Dachkonstruktionen.

Der Bau ist durchwegs in schwergewichtigem Material ausgeführt: die Fundamente aus Stampfbeton, in Frosttiefe angesetzt, und die äusseren Umfassungswände 32 cm, die inneren 25 cm stark aus Kalksandsteinen massiv gemauert mit beidseitigem Verputz. Der Boden besteht aus Betonbalken mit eingelegten Tonhohlkörpern, deren unterer Luftraum 20 cm hoch über dem gewachsenen Terrain liegt. Ueberbeton und Zementglattschicht befinden sich auf der Balkenoberseite. Das Dach besteht aus einer eisernen Firstpfette mit eingelegten Holzbalken, zwischen denen je eine untere und obere, 30 mm dicke Holzschalung in Nut und Kamm mit Dachpappeneinlage befestigt ist. Darüber bildet ein Kiesklebedach die obere Abdeckung. Der Schalungszwischenraum von 15 cm Dicke ist mit Schlacken (Korngrösse 15 mm) gefüllt. Zwischen dem Umfassungsmauerwerk und dem inneren, schalltechnisch bedingten Einbau ermöglicht ein ringsumlaufender Hohlraum von 10 cm Tiefe mit Ventilationsöffnungen nach aussen eine gute Belüftung des Mauerwerks. Da der Einbau der schallabsorbierenden Innenwände naturgemäss auch den natürlichen Temperaturengleich zwischen Innenraum und Aussenraum praktisch fast völlig unterbindet, wird die Lüftung des Hohlraumes zusätzlich durch einen Ventilator besorgt, der selbsttätig nach Temperatur und Feuchtigkeit gesteuert wird.

Bild 3 und 4 zeigen die Anordnung der Schallschluckflächen im Rauminnen. Um eine möglichst grosse, schallabsorbierende Fläche zu erhalten, hat man aus den Glasgespinnsten keilförmige Gebilde gestopft. Die Schallschluckkonstruktion besteht aus 12 mm starken Weichpavatexplatten, die an den Wänden und der Decke den Abschluss gegen den Lüftungshohlraum bilden. Bild 5 zeigt ihre Befestigung an vertikalen Holzbalken. Am Boden sind sie auf den Zementüberzug gelegt. Die Pavatexplatten sind mit Glasseidematten (2 kg pro m²) überzogen; die Befestigung mit Nägeln ist in Bild 8 deutlich sichtbar.

Eine erste Glaswollschicht (60 kg/m³) von 20 cm Stärke ist zwischen überzogener Pavatexplatte und Garnetzbespannung eingestampft. Auf Netz und Füllung aufgesteppt sind Glaswollstreifen von 30 cm Tiefe und 5 bis 7 cm Stärke; sie sind vertikal aufgehängt und mit leichtem Baumwollstoff eingekleidet. Von aussen nach innen sind sie leicht konisch (Bilder 3 und 4). Drahtnetz und Glaswollstreifen sind mit Drähten an Eisenlamellen befestigt (Bild 8). Die Schallschluck-

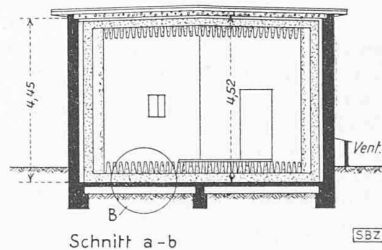
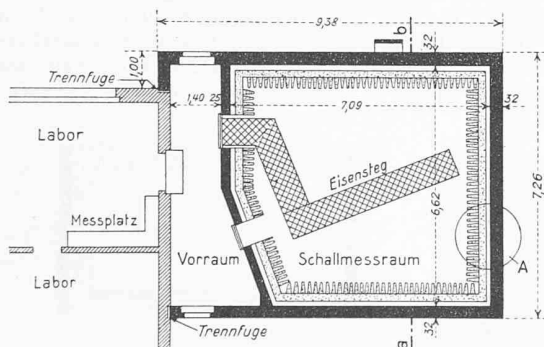


Bild 1 und 2. Schallmessraum der Albiswerk Zürich A.-G. 1:200

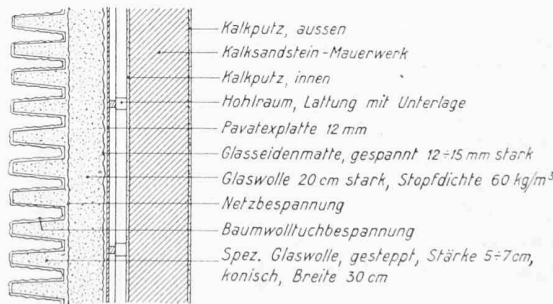
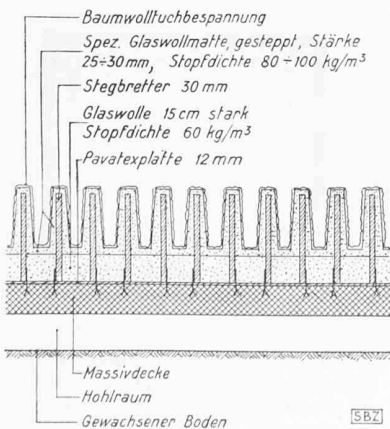


Bild 3. Wand (Ausschnitt A aus Bild 1)

Bild 4 (links). Boden (Ausschnitt B aus Bild 2)

lierung an der Decke ist analog ausgeführt. Auf dem Boden ruhen auf den Pavatexplatten 30 mm starke Stegbretter (Bild 4), die mit eingetuteten Gratlatten versteift und an einzementierten Bankeisen festgeschraubt sind; 5 cm starke Glaswollstreifen und ein fester Baumwollstoff überspannen diese Bretter. Der Laufsteg (Bild 6) lagert frei über den Bodenrippen und ist als Gitterrost gebaut, der mit Rundenisenrollen in vertikale Röhren eingestülpt ist. Diese Röhren sind auf den Pavatexplatten aufgestellt und mit Schrauben mit Zementüberzug befestigt. Der Laufsteg ist leicht demontierbar.

Die Zugangstüre (Bild 6) ist mehrschichtig aufgebaut. Eine 10 cm dicke Glaswollabdeckung dient der Schalldämpfung, während zum Schutz gegen von aussen anfallenden Schall mehrere Isolierschichten gefügt sind. Der 12 cm breite Falz ist sorgfältig abgedichtet. Die Türpfosten sind massiv eingemauert. Mit eisernen Ueberbeschlägen lässt sich die Türe luftdicht in die Fälze pressen. Eine ällfällig im Raum eingeschlossene Person kann an einem Druckknopf ein ausserhalb hörbares Alarmsignal auslösen.

Die Anlagekosten ohne Landerwerb stellen sich bei einem Baukostenindex von 166,8 auf 160 Fr./m³ des effektiv umbauten Raumes, gerechnet ohne Masszuschläge für fehlendes Keller- und Dachgeschoss.

An zwei typischen Beispielen lässt sich zeigen, wie die Kostenfrage auch im Ausland die Gestaltung derartiger Messräume beherrscht. So stellt der Schallmessraum der Yales University, New Haven (Connect.) U. S. A. nach [1]¹⁾ auch an amerikanischen Geldmitteln gemessen eine sehr kostspielige Ausführung dar, während derjenige der «Ecole national supérieure des télécommunications de Paris» [2] den in mässigem Rahmen zur Verfügung gestellten Geldmitteln angepasst ist.

3. Schalldruckverlauf

Bild 7 zeigt die Anordnung des Messmikrophons M, der beiden Axen a und b und der Schallquelle (im Schnittpunkt von a und b). Die Höhe h des Mikrophons über dem Boden wurde bei der Messung des Schalldruckverlaufs unveränderlich zu 160 cm gehalten. Längs der Axe a ist der Laufrost hingelegt, Axe b steht unter 45° zu a und überschneidet den Laufrost.

Um festzustellen, ob keine von einem Echo der Wände herrührende Störung des Schallfeldes im schalltoten Raum besteht, misst man den Schalldruck p_r in Abhängigkeit der Entfernung r zwischen Schallquelle und Mikrophon. Bei einer ungestörten Kugelwelle ist der Schalldruck umgekehrt proportional der Entfernung:

$$(1) \quad p_r / p_0 = 1/r$$

wobei p₀ den gemessenen Druck an der äusseren Grenze des Nahfeldes der Schallquelle bedeutet. Sind die Wände stark reflektierend, ist also der Raum schallhart, so füllt sich der ganze Raum gleichmässig mit Schall, und der Schalldruck p_r ist bereits in kürzester Entfernung von der Schallquelle konstant. Das umgekehrte Verhältnis weist der schalltote Raum auf. Es ist sogar möglich, dass bei sehr starker Absorption der Schalldruck in noch stärkerem Masse als umgekehrt proportional mit dem Abstand r abnimmt, worauf einige Messungen sehr deutlich hinweisen.

Zur Messung des Schalldruckes verwendet man ein Kondensator-Messmikrophon. Zur Prüfung der Zuverlässigkeit der Messanordnungen und der Messwerte hatte man mehrere Kurven und Messpunkte wiederholt registriert und den Bereich des Raumes, in dem das Verhältnis p_r/p₀ ≅ 1/r ist, mit «Messbereich» bezeichnet. In der Praxis sind Abweichungen von den theoretischen Werten nach Gl. (1) bis zu 10 % zulässig.

Einige auf der Axe a vorgenommene Messungen sind in Bild 9 aufgetragen. Die äusserste Grenze des Nahfeldes der Schallquelle liegt bei r₀ = 50 cm. Als Schallquelle wurde ein Lautsprecher von 150 mm Mem-

¹⁾ Die Ziffern in eckigen Klammern beziehen sich auf das Schrifttumverzeichnis am Schluss.

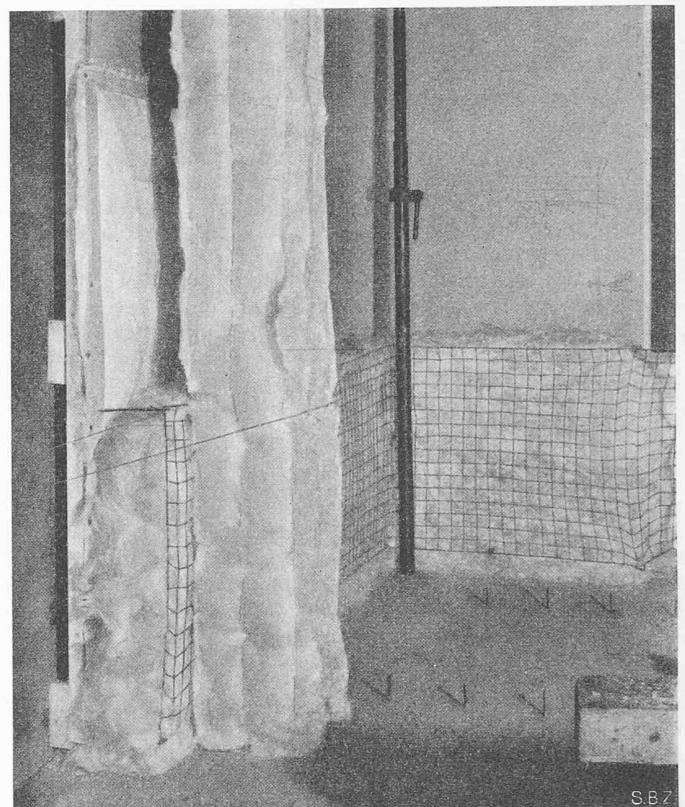


Bild 5. Montage des Schallschluckmaterials auf die Pavatexplatten

brandurchmesser verwendet, der mit einer Blende von 60 mm Ø versehen war. Die Messfrequenzen sind 100 Hz und 5000 Hz. Im Messbereich zwischen r₀ = 50 cm und r = 300 cm stellt man einen für akustische Verhältnisse befriedigenden Verlauf des Schalldruckes p_r/p₀ fest, indem nirgends Abweichungen über 5 % vom theoretischen Verlauf konstatiert werden konnten. In grösserer Entfernung ist bereits der Einfluss der Gegenwand spürbar, indem für 5000 Hz grössere Reflexionserscheinungen, für 100 Hz grössere Absorptionserscheinungen auftreten. Den Schallwellen überlagern sich demnach Störungen, die auf stehende Wellen zurückzuführen sind. Der Verlauf beider Kurven nach Bild 9 ist charakteristisch, besonders derjenige der 100 Hz-Kurve, weil das grosse Schluckvermögen der in der Nähe liegenden Absorp-

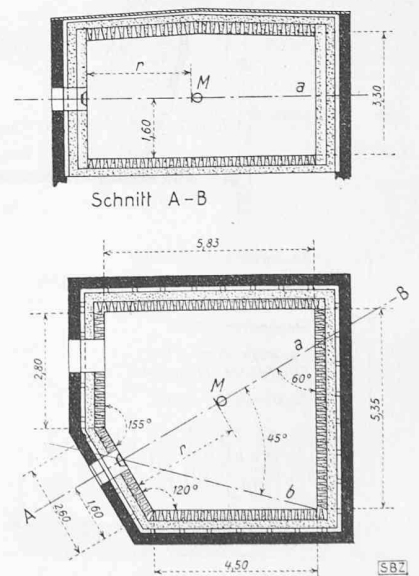
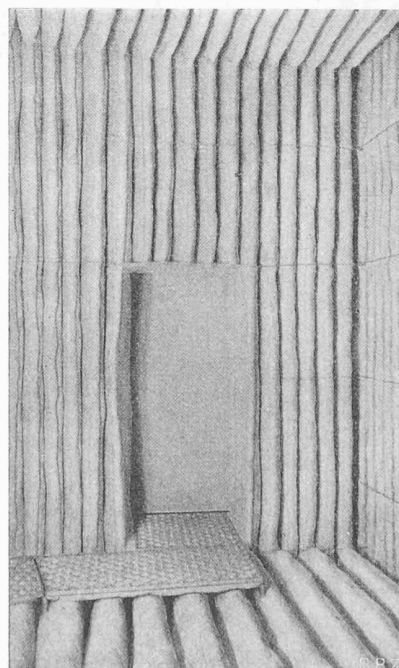


Bild 7. Festlegung der Messaxen a und b. M Messmikrophon, Schallquelle im Schnittpunkt der Axen a und b Bild 6 (links). Türe mit Laufrost

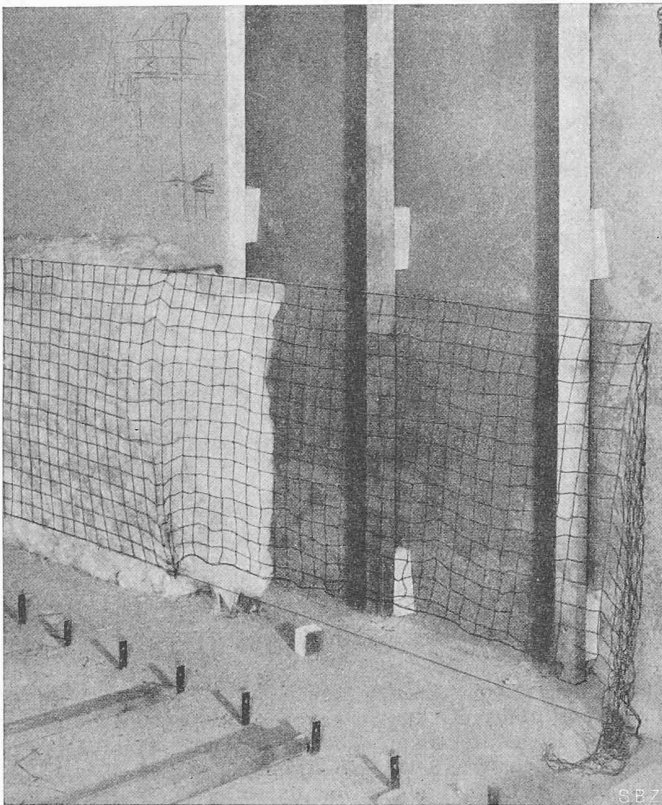


Bild 8. Lattung mit Unterlage, Pavatexplatte und Hohlraum;

tionsschichten (Boden, und zur Messaxe parallele Wände) die Abweichung vom idealen Verlauf verursachen. Wie ein Vergleich mit Bild 11 zeigt, bewirkt eine Blende vor der Schallquelle eine erhebliche Verringerung der Nahfeldeinflüsse; die Grenze zwischen Nah- und Fernfeld liegt bei etwa $r_0 = 30$ cm.

Aehnliche Messungen mit einer Schallquelle von 260 mm Membrandurchmesser ohne Schallblende, jedoch mit einer Schallwand von rd. 1 m^2 vermittelt Bild 10. Die Einflüsse des Nahfeldes erstrecken sich bei 5000 Hz bis gegen $r_0 \sim 50$ cm, bei 100 Hz bis gegen $r_0 \sim 30$ cm, weshalb man den Messbereich zwischen 50 und 300 cm festlegte.

Es lag nahe, den Einfluss des ausgelegten metallischen Laufrostes, wie er auf Bild 6 ersichtlich ist, abzuschätzen. Hierzu mass man den Schalldruck p_r auf den Axen a und b. Als Schallquelle diente dabei der gleiche Lautsprecher wie nach Bild 10. Die Messergebnisse (sehr viel Messpunkte) sind in Bild 11 aufgetragen; sie beweisen, dass vom Rost verursachte, stehende Wellen nur in geringem Masse bestehen. Auch bei diesen Messungen ist der durch die Absorption der Parallelwände entstandene Effekt der Schallverschluckung

deutlich erkennbar, indem sich das Verhältnis $p_r : p_0$ für $r \sim 300$ cm verringert. Die Schlussfolgerung ist aber berechtigt, dass kein wesentlicher Einfluss des Laufrostes besteht, weil die Kurven a und b bei einer Messfrequenz von 300 Hz sehr ähnlich verlaufen. Dieses Ergebnis war zu erwarten, weil der Abstand Messaxe-Rost (Bild 7) genügend gross gewählt ist und die mit dem Rost fest verbundenen und auf der Gegenseite der Lauffläche angebrachten Dämpfungsmatten die Entstehung stehender Wellen verhindern. Für das praktische Arbeiten ist diese Erkenntnis sehr wichtig, denn das Belassen des Laufsteges während des Messens erleichtert das Arbeiten erheblich. Man stellte weiter fest, dass beim Entfernen der Dämpfungsmatten vom eisernen Laufrost die Abweichungen der Kurven a und b (in Bild 11) erheblich grösser werden. Will man jeden Fehler vermeiden, ist der Rost abzubauen, was, wie in Abschnitt 1 beschrieben, sehr leicht geschehen kann.

4. Der Schluckgrad α

Der resultierende Absorptionskoeffizient α wurde mit Hilfe einer bereits von Cremer [3] angewandten Methode als einfache Druckmessung der interferierenden, einfallenden und reflektierenden Wellen in Wandnähe und der Axe a gemessen. Bei den Absorptionsschichten ist mit einem geringen Einfluss der Randbeugung der Schallwellen in unmittelbarer Wandnähe zu rechnen. Für das Abtasten des Feldes genügt ein kleines Messmikrophon; mit ihm sind die Feldmaxima und -minima festzustellen. Die Amplitude p_s der reflektierten Welle ist nach der Beziehung

$$(2) \quad \frac{1}{2} (p_r(\max) - p_r'(\min)) = p_s$$

berechenbar.

Den Ort der Extremwerte des Schalldruckes sucht der Experimentator durch langsames Verschieben des Mikrophons längs der Axe a. Bei allen Frequenzen waren die Extremalwerte sehr gut messbar. Aus ihnen berechnet sich der Reflexionsfaktor R als das Verhältnis zwischen den Amplituden der einfallenden und der reflektierten Welle

$$(3) \quad R = p_s/p_r$$

Aus R folgt der Schluckgrad α :

$$(4) \quad \alpha = 1 - R^2 = 1 - (p_s/p_r)^2$$

Die so gemessenen und berechneten Werte für Frequenzen von 80 Hz bis 5000 Hz sind in Bild 12 eingetragen. Aus dem raschen Absinken der Absorptionskurven bei kleineren Frequenzen lässt sich ableiten, dass die Wellen mit 100 Hz und weniger wegen ihrer geringen Schallschnelle²⁾ in der Glasfaserschicht schwächer absorbiert werden. Ein Teil der Schallenergie wird an der Mauer und der Pavatexverschalung reflektiert, passiert die Dämpfungsschicht auf dem Rückweg ein zweites Mal und läuft dann als Echowelle oder Störwelle in den Messraum zurück; sie ist die Ursache des Absinkens von α . Um diese störenden Reflexionen auf ein Minimum beschränken zu können, ist ein als Resonator wirkendes Luftpolster zwischen Mauer und Absorptionsmaterial eingeschoben. Ist der Resonator erregt, so schwingt er in Gegenphase mit und die abgefallene Schallenergie wird im

²⁾ Unter Schallschnelle s versteht man die Geschwindigkeitsamplitude oder die grösste Elongationsgeschwindigkeit, $s = A\omega$ [cm/s].

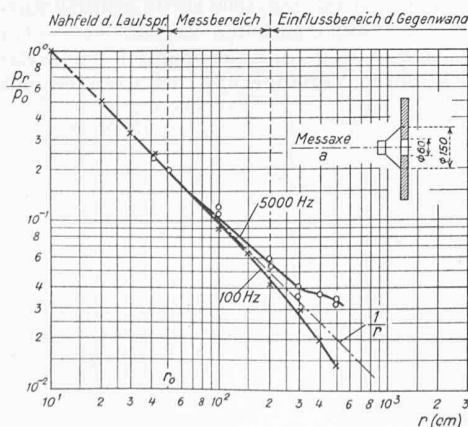


Bild 9. Schalldruckverlauf längs Axe a bei 100 Hz und bei 5000 Hz, Festlegen des Messbereiches des Raumes

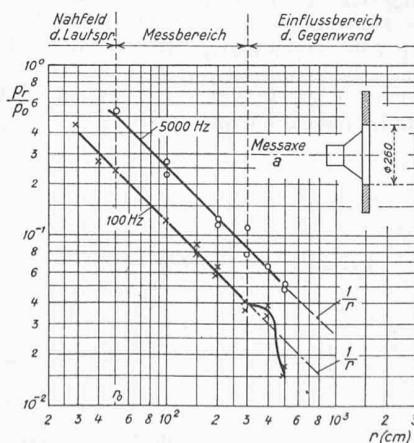


Bild 10. Schalldruckverlauf längs Axe a bei 100 Hz und bei 5000 Hz

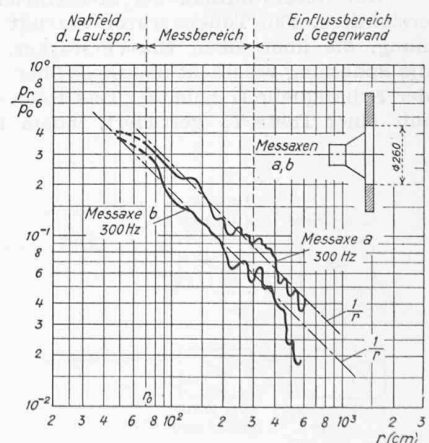


Bild 11. Schalldruckverlauf längs Axen a und b bei 300 Hz. Bestimmung des Einflusses des Laufrostes

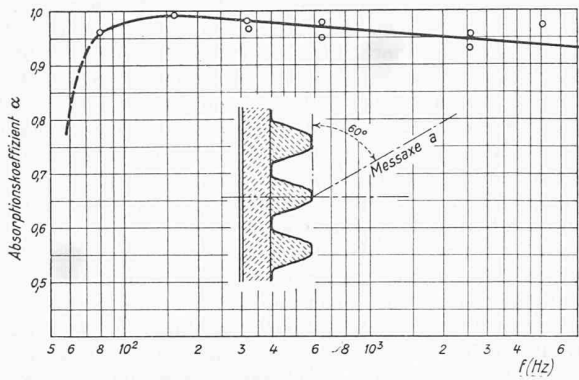


Bild 12. Absorptionskoeffizient α in Abhängigkeit der Frequenz f

Luftkissen durch Luftreibung und Reflexionsverluste an seinen Umhüllungsflächen vernichtet. Demzufolge wird nur ein sehr geringer Teil der eingefallenen Energie wieder in den Messraum zurückgeworfen.

Weiter erkennt man aus Bild 12, dass α zwischen 130 und 300 Hz einen maximalen Wert von 0,992 erreicht. Bei höheren Frequenzen nimmt α langsam ab und sinkt bei 5000 Hz auf den Wert 0,94. Diese Verschlechterung des Absorptionskoeffizienten ist auf das Bestehen von Reflexionen zurückzuführen, die am Ueberzug über die Glaswolle (Nesselgewebe) und den obersten Schichten der gestopften Glaswolle entstehen. Wollte man bei diesen Frequenzen ebenfalls Werte von $\alpha \approx 0,99$ erreichen, wäre ein ganz beträchtlicher Mehraufwand notwendig. Auf Grund dieser Messungen darf festgestellt werden, dass der Schallmessraum eine für praktische Messungen auf dem Gebiete der Elektroakustik befriedigende Qualität aufweist. Jede weitere Verbesserung wäre nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand und grossen Kosten erreichbar.

5. Die Nachhallzeit T

Es ist von Interesse, auch die Nachhallzeit solcher Räume zu bestimmen, um so mehr, als eine Beziehung zwischen dem mittleren Absorptionskoeffizienten α und T besteht. Hierfür wird folgendes Messverfahren angewandt: Man sendet einen Dauerton und unterbricht ihn zur Zeit t_0 . Gleichzeitig misst man die Druckamplitude p_v zu einer etwas späteren Zeit t_v . Dazu muss man die den Schalldruck messenden Apparate (Mikrophon und Mikrophonverstärker) gegenüber t_0 um ein Intervall t_v später einschalten. Man misst somit zu verschiedenen am Relais eingestellten Verzögerungszeiten $t_{v1} \dots t_{vn}$ die zugehörigen Druckamplituden $p_{v1} \dots p_{vn}$ und trägt die gemessenen Werte in ein Koordinatensystem mit logarithmischen Ordinaten nach Bild 16 ein. Verbindet man die Messpunkte, so entsteht eine Messkurve, deren Schnittpunkt mit der Ordinate t_0 den gesuchten Wert p_0 ergibt. Zur Verzögerung dient eine Relaischaltung. Als Indikator für die Messung der Druckamplitude wird anstelle des Oszillographen der direkt anzeigende Aussteuerungsmesser verwendet.

Der Gesamtaufbau der Messeinrichtung ist aus Bild 13 ersichtlich. Ein Tongenerator erzeugt die Tonfrequenzspannung, die über einen Ela-Verstärker, Typ Albis 3e/20 Watt, die Spannung verstärkt und diese über einen Arbeitskontakt y der Schallquelle L zuleitet. Das Relais Y wird nach Bild 15 mit einer Taste T_e gesteuert, indem man in irgend einem

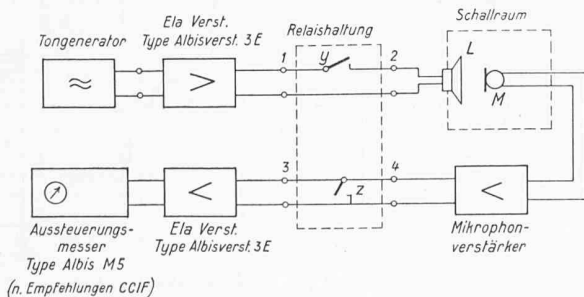


Bild 13. Prinzip der Messschaltung für die Nachhallmessung

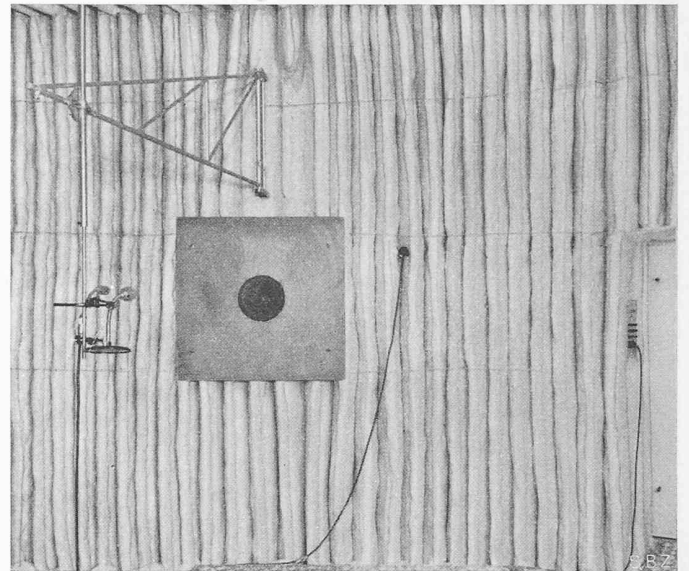


Bild 14. Messraum mit Schallquelle an der Wand, Mikrophon mit zugehöriger Haltevorrichtung

Zeitmoment t_0 die Spannungsquelle der Relaischaltung mit einer Taste abtrennt. Am Ausgang des Mikrophonverstärkers (Bild 13) ist als Kurzschlusskontakt ein Arbeitskontakt z des Relais Z geschaltet. Beide Arbeitswicklungen der Relais Y, Z sind vom gleichen Steuerstrom durchflossen, sodass, wenn keine Verzögerungseinrichtung bestünde, beide gleichzeitig betätigt würden. Um nun die zeitliche Verzögerung des Schaltens des Kontaktes z um das Zeitintervall t_v zu erreichen, ist das Relais Z mit einer Verzögerungswicklung 2, 3 (Bild 15) versehen. Mit Hilfe des Regelwiderstandes R ist die Einstellung einer beliebigen Verzögerungszeit t_v bis rd. 70 ms³⁾ mit einer Genauigkeit von ± 2 ms möglich. Das Relais Z öffnet somit seinen Kurzschlusskontakt z um t_v später als das Relais Y seinen Kontakt y zum Ausschalten der Schallquelle öffnet. Hat der Kontakt z geöffnet, erhält der Ela-Verstärker am Eingang die Spannung des Mikrophonverstärkers, verstärkt diese und steuert so den Aussteuerungsmesser. Dieser hat die Eigenschaft, sehr kurz dauernde Spannungsamplituden oder Lautstärkespitzen zu messen. Die Spannungsamplitude ist bekanntlich dem Schalldruck p_v proportional. Die minimale Ansprechzeit beträgt bei einem dynamischen Anzeigefehler von $\leq 5\%$ etwa 10 ms. Diese Genauigkeit ist genügend gross, um zuverlässige Messergebnisse zu erhalten, besonders wenn die Nachhallzeit T zwischen 30 und 100 ms liegt. Eine verlängerte Rücklaufzeit des Zeigers am Aussteuerungsmesser ermöglicht, die kurzdauernden Schallsignale gut sichtbar abzulesen. Mit dieser Messmethode ist es möglich, Nachhallkurven punktweise und ohne Zuhilfenahme irgend eines registrierenden Gerätes oder eines Oszillographen exakt aufzunehmen. Die Messergebnisse, d. h. das Verhältnis der Drücke p_v zur Zeit t_v und p_0 zur Zeit t_0 sind in Abhängigkeit von t (ms) für Messfrequenzen 1000 und 4000 Hz in Bild 18 aufgetragen. Setzt man einen exponentiellen Verlauf von $p(t)$ voraus, der bis zu 2 ms in Bild 18 experimentell nachweisbar ist, so lässt sich durch Verlängerung der Geraden der

³⁾ 1 ms = Millisekunden = $\frac{1}{1000}$ s.

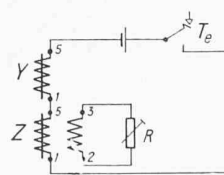


Bild 15. Relaischaltung mit Verzögerungsvorrichtung

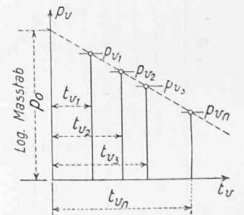


Bild 16. Graphische Bestimmung von p_0

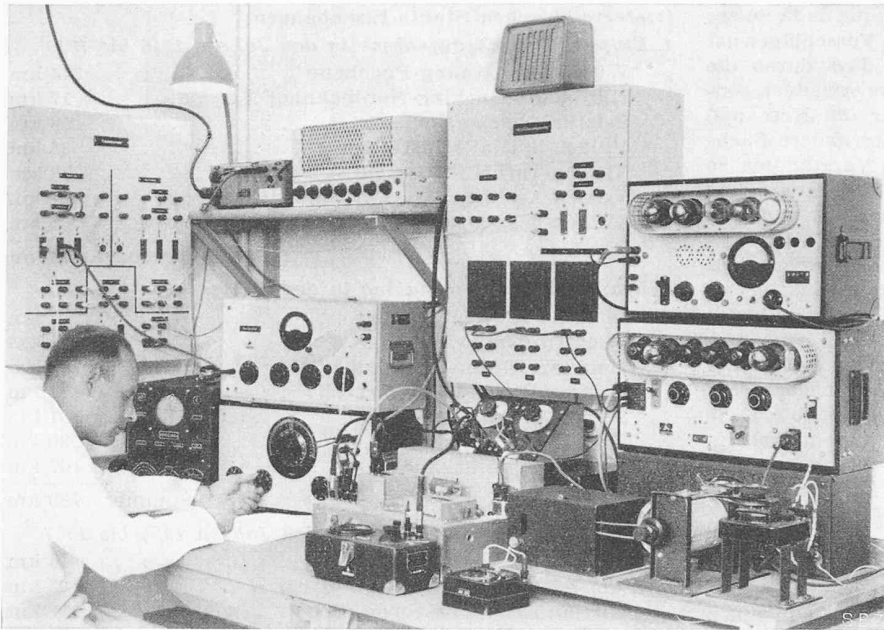


Bild 17. Messplatz für den Schallmessraum

Wert p_0 in Bild 18 bestimmen; er ist für $p_0 = 0,4$ eingetragen. Die Nachhallzeit T folgt aus den Schnittpunkten der Horizontalen durch die Ordinate $p_0 \cdot 10^{-3}$ mit den Geraden der Messreihe; man findet 51 ms und 58 ms. Der Mittelwert der Nachhallzeit T_m ist somit 54 ms. Auch diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass wegen der starken Schallabsorption die Reflexionen an den Wänden praktisch kaum mehr ins Gewicht fallen.

Die gemessenen und in Bild 8 eingetragenen Werte für $t = 0$ liegen eher zu hoch und es ist anzunehmen, dass infolge der Einwirkung des Dauertones und der Schallverteilung im Raum bei Verzögerungszeiten $t_v \leq 3$ ms Störungen eintreten. Der gemessene Wert p_0' ist falsch. Legt man ihn bei der Ermittlung der Nachhallzeit T zu Grunde, ergeben sich die mit Kreuzen bezeichneten Nachhallzeiten, nämlich 43 ms und 50 ms. Es entsteht gegenüber den oben genannten Werten ein Messfehler von maximal nur 8 ms.

6. Messvorrichtung und Messplatz

Die Anordnung der Schallquelle und des Aufhängearms für die Befestigung der Messmikrophone oder der zu messenden Gegenstände ist aus Bild 14 ersichtlich. Die durch gespannte Drähte fest miteinander verbundenen Glaswollbahnen sind in der Umgebung der Schallquelle unterbrochen. Der Arm selbst ist schwenkbar, um Messungen in jeder beliebigen Richtung vornehmen zu können. Die gut sichtbare Schallwand am Lautsprecher ist demontierbar und die Schallquelle kann in eine rückwärts liegende, schallgedämpfte Kammer versenkt werden. Für das Durchziehen der Kabel der Messmikrophone durch die Wand ist eine kleine Öffnung vorgesehen. Diese Kabel verbinden

um Messungen in jeder beliebigen Richtung vornehmen zu können. Die gut sichtbare Schallwand am Lautsprecher ist demontierbar und die Schallquelle kann in eine rückwärts liegende, schallgedämpfte Kammer versenkt werden. Für das Durchziehen der Kabel der Messmikrophone durch die Wand ist eine kleine Öffnung vorgesehen. Diese Kabel verbinden

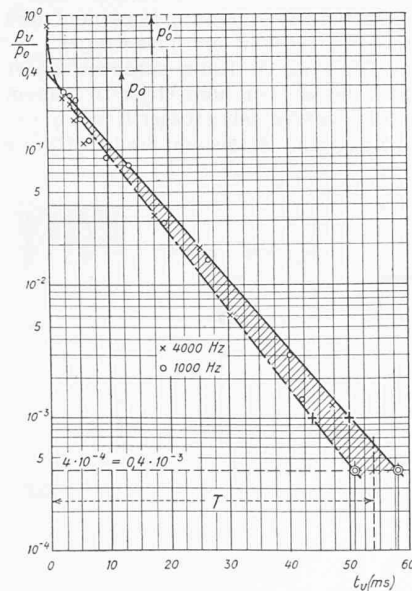


Bild 18. Verlauf des Schalldruckverhältnisses p_v/p_0 in Abhängigkeit der Verzögerungszeit t_v . Bestimmung der Nachhallzeit T nach der Dauertonmethode

die Messmikrophone mit den Apparaten des Messplatzes.

Wie aus Bild 1 ersichtlich, ist der Messplatz neben dem Vorraum des Schallmessraumes angeordnet. Dort befinden sich, wie Bild 17 zeigt, alle zum Messen nötigen Apparate. Weitere Leitungen nach dem Schallmessraum können an der hierfür vorgesehenen Schalttafel angeschlossen werden.

Literatur:

- [1] Journal of Acoustical Society, July 1946.
- [2] Journal des télécommunications, 13. Sept. 46, S. 200.
- [3] Cremer: Elektr. Nachrichtentechnik, 13/1936, S. 36 bis 47.

Ingenieur und Architekt DK 62:72

Die rasch voranschreitende Entwicklung der Technik in den letzten Jahrzehnten führte bekanntlich zu immer ausgeprägter Spezialisierung der einzelnen Fachgebiete. Besonders deutlich erfolgte im Bauwesen oft die Absonderung der Architekten, als Hüter der schönen Künste, von den nach technisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen arbeitenden Ingenieuren.

Ganz konnte auf den Kontakt unter den Bauleuten der beiden Richtungen allerdings nicht verzichtet werden, weil sie zu allen Zeiten wieder ihrer gegenseitigen Hilfe bedurften. Im Wohnungsbau beispielsweise konsultierte der Architekt den Ingenieur für die Berechnung der Eisenbeton-Konstruktionen, der Heizungseinrichtungen und der elektrischen Installationen. Umgekehrt wandte sich der Ingenieur an den Architekten, um sich wegen seinem Brückenprojekt beraten zu lassen. Planungen grösseren Ausmasses für Städte und ganze Landesteile setzten in neuerer Zeit ein noch engeres Zusammenspiel der beiden Kräftegruppen voraus. Früher und zeitweise sehr betont ging die Zuweisung der Arbeitsgebiete nach scharf umschriebenen Fachrichtungen von den Schulen aus. Es ist deshalb nicht sehr verwunderlich, dass man vielen Bauten den Geist ihrer Schöpfer unverkennbar ansieht. Architekten hatten durch das ausschliessliche Studium der goldenen Regeln der hohen Baukunst oft den Sinn für die Bedürfnisse des praktischen Lebens verloren, während Ingenieure bei der Verwirklichung ihrer Werke vielfach nur die Verherrlichung der rein zweckgebundenen Technik sahen. Am «Congrès Technique International»¹⁾, der im September 1946 in Paris abgehalten wurde, machte A. Croizé, der Präsident der «Union des Architectes français», auf diese in Frankreich bis vor dem Krieg immer stärker in Erscheinung getretenen Verhältnisse aufmerksam und teilte mit, dass die «Ecole nationale des Beaux-Arts» in Paris versuche, in der Bildung ihrer Schüler eine neue Richtung einzuschlagen. Sie setzt sich dabei das Ziel, das gegenseitige Verständnis der Träger der beiden Fachrichtungen zu wecken und ihre Einseitigkeit durch Ausweitung des Gesichtsfeldes zum Verschwinden zu bringen, indem sie diesen Einblick in die Zusammenhänge der verwandten Gebiete des Bauwesens verschaffen will. Die praktisch in Frage kommenden Mittel, um diese Idee zu verwirklichen, sieht der Vortragende in der Einführung einer erweiterten Ausbildung der einen Fachgruppe im Arbeitsgebiet der andern. Es sollen also die Architekturstudenten unter der Leitung ihrer Ingenieurkollegen an der Ausarbeitung von Projekten mitwirken, indem sie diese harmonisch gestalten. Andererseits haben Ingenieur-anwärter, der Führung von Architekturbehlissen unterstellt, die technischen und finanziellen Möglichkeiten zur Verbesserung zum Beispiel einer Hochbau-Aufgabe vorzuschlagen. Auf diese Weise sollen schliesslich Bauwerke entstehen, die unter bester Ausnützung der Materialien den praktischen und künstlerischen Anforderungen gerecht werden. Die wirk-same Tätigkeit beider Arbeitsgruppen könnte gekrönt werden durch einen internationalen Gedankenaustausch, der in einer entsprechenden Dokumentation niedergelegt werden

¹⁾ Vgl. SBZ 1946, Bd. 128, S. 254.