

# Geräuschkämpfung in Betriebsräumen = Amortissement du bruit dans les locaux de service

Autor(en): **Furrer, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und  
Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des  
télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico /  
Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **16 (1938)**

Heft 3

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873358>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

direkt ablesbar, wenn der Generatorstrom I vor jeder Ablesung auf eine Marke einreguliert wird.

Im folgenden soll gezeigt werden, dass man an Stelle der Resonanzwerte  $U_{E n = 1, 3, 5 \dots}$  die Maximalwerte  $U_{E \max}$  ablesen darf, ohne dass an der einfachen Messgleichung (3a) Korrekturen zu berücksichtigen sind.

Nach den Gleichungen (1) wird allgemein für  $I_E = 0$ :

$$\left| \frac{U_A}{U_E} \right|^2 = \cos^2 a + \sin^2 b \sin^2 a \quad (7)$$

b und a sind Funktionen der Frequenz f:

$$b \propto K_1 \sqrt{f} \quad a = K_2 f \quad (8)$$

Für die Extremalwerte des Spannungsverhältnisses  $U_A/U_E$  gilt dann die Bedingung:

$$\frac{\partial}{\partial f} \left| \frac{U_A}{U_E} \right|^2 = \frac{b}{2} \sin 2b - a \sin 2a = 0 \quad (9)$$

Gleichung (9) zeigt in Verbindung mit der zweiten Ableitung nach f, dass die Maximalwerte  $U_{E \max}$  bei vernachlässigbarer Dämpfung bei  $n = 1, 3, 5 \dots$  auftreten. Sie zeigt ferner, dass mit zunehmender Dämpfung die Maximalwerte  $U_{E \max}$  gegen  $n = 1, 3, 5 \dots$  um den Winkelbetrag

$$\Delta a = - \frac{b \sin 2b}{2 n \pi} \quad (10)$$

verschoben sind. Die Ablesungen erfolgen also nicht mehr genau bei  $n = 1, 3, 5 \dots$ , und es gilt dann, gemäss Gleichungen (7) und (10), für die Maximalwerte  $U_{E \max}$  die Dämpfungsbeziehung:

$$\frac{U_A}{U_{E \max}} = \sin b \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{b}{n \pi} \right)^2 \right] \quad (11)$$

Diese Gleichung unterscheidet sich gegenüber der Messgleichung (3a) durch einen Korrekturfaktor, welcher aber im Bereich der praktisch vorkommenden Dämpfungen bedeutungslos ist. Bei einer Dämpfung von 0,2 Neper pro Viertelwelle auf dem Messkabel würde die Korrektur beispielsweise nur ca. 2 ‰ betragen.

#### Konstruktive Daten des Messgerätes.

Der Frequenzbereich des Generators umfasst etwa 50 kHz bis 50 MHz; die niedrige Anfangsfrequenz ist gegeben mit Rücksicht auf eine möglichst universelle Verwendung des Dämpfungsmessers. Der Generatorstrom I wird zweckmässig auf ca. 1 Amp. bemessen.

Die Grösse des Widerstandes R ist bestimmt durch die allgemeine Forderung nach loser Kopplung. Mit Rücksicht auf den Stromverteilungsfehler im Speisepunkt gilt die Bedingung:

$$R \ll \text{Resonanzwiderstand} = 3 \Im g b$$

Lässt man höchstens 1% Stromverteilungsfehler zu, so wird:

$$R \leq \frac{3 \Im g b}{100}$$

Bei einem mittleren Wellenwiderstand von 100 Ohm und den praktisch vorkommenden Dämpfungen gilt dann die einfache Bedingung:

$$R \leq b \quad \Omega$$

Der Kopplungswiderstand soll ferner phasenrein und frequenzunabhängig sein; induktive Nebenkopplungen zwischen Generator und Messkabel dürfen nicht bestehen. Mit Rücksicht auf die verschiedenen Dämpfungsmessbereiche wird der Kopplungswiderstand zweckmässig in Stufen unterteilt oder umschaltbar gemacht. Mit einem kleinsten Kopplungswiderstand von 0,01 Ohm können noch Dämpfungen von 0,01 Neper einwandfrei gemessen werden. Derart kleine Widerstände bestehen gewöhnlich aus Bifilarbändern sehr dünner Metallfolien.

$U_E$  wird zweckmässig mit einem aperiodischen, direkt in Dämpfungseinheiten geeichten Rohrvoltmeter gemessen. Mit Rücksicht auf die notwendige Verlustfreiheit und Frequenzunabhängigkeit im gesamten Messbereich kommt nur „Anodengleichrichtung“, mit H.F.-Kurzschluss im Anodenkreis, in Frage.

Mit einem Generatorstrom:  $I = 1$  Amp. und einem Kopplungswiderstand:  $R = b$  Ohm erhält man Resonanzspannungen in der Grösse von einem Volt.

$$U_E = \frac{U_A}{\sin b} = \frac{I R}{\sin b} \sim 1 \text{ Volt}$$

Nach Barkhausen<sup>6)</sup> beträgt die kleinste, mit leistungsloser Anodengleichrichtung noch gut messbare Wechselspannung ein Siebentel dieses Wertes.

Der Verfasser hat nach dem hier beschriebenen Verfahren praktische Dämpfungsmessungen mit bestem Erfolg durchgeführt.

Bern, im März 1938.

<sup>6)</sup> H. Barkhausen. Lehrbuch der Elektronen-Röhren, 4. Bd. (1937), S. 102.

## Geräuschdämpfung in Betriebsräumen\*)

W. Furrer, Bern.

DK 534.835 534.833.

Die heutige Bauweise bringt es mit sich, dass bei Dienst- und Betriebsgebäuden auch für die innere Ausstattung der Räume in weitgehendem Masse harte Materialien Verwendung finden. Betondecken, Linoleumbodenbeläge, Glaswände, grosse Fensterflächen, Stahlmöbel charakterisieren einen modernen

## Amortissement du bruit dans les locaux de service.

W. Furrer, Berne.

C. D. 534.835 534.833.

L'art moderne de construire impose de plus en plus, dans les bâtiments de service, l'emploi de matériaux durs, même pour l'équipement interne des locaux. Des plafonds en béton, des planchers recouverts de linoléum, des parois de verre, de grandes fenêtres, des meubles en acier caractérisent un local

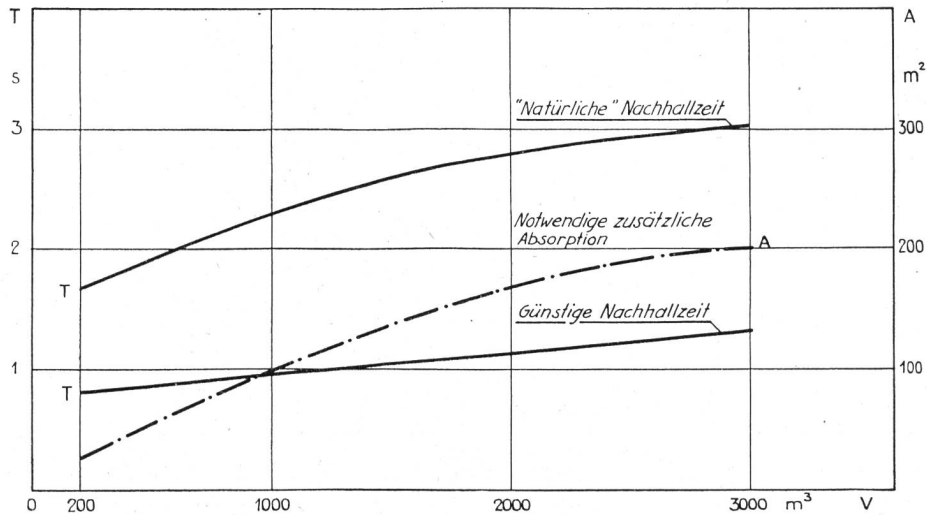


Fig. 1. Mittlere Nachhallzeiten von Büroräumen moderner Bauweisen.  
Temps de réverbération moyens dans les bureaux modernes.

Betriebsraum. Alle diese Oberflächen sind akustisch hart, d. h. ihr Schallschluckgrad ist sehr klein, so dass sich ein solcher Raum durch eine lange Nachhalldauer auszeichnet. Bei gegebener Schallquelle besteht die folgende Beziehung zwischen der Nachhalldauer eines Raumes und dem sich einstellenden Schalldruck:

$$p = k \sqrt{\frac{TN}{V}}$$

$p$  Schalldruck  
 $T$  Nachhallzeit des Raumes  
 $V$  Volumen des Raumes  
 $N$  Leistung der Schallquelle  
 $k$  Konstante

Daraus geht hervor, dass eine lange Nachhalldauer eines Raumes einen hohen Geräuschpegel zur Folge hat, ein Uebelstand, der in der Tat sehr vielen Betriebsräumen anhaftet. Es ist nun einfach, diese Verhältnisse weitgehend zu verbessern, indem durch zusätzliches Dämpfungsmaterial die Nachhalldauer der Räume herabgesetzt wird.

In Fig. 1 sind die mittleren Nachhallzeiten von Räumen verschiedener Größe dargestellt, und zwar gelten die Werte für Lokale mit den eingangs er-

\*) Siehe auch: Schweiz. Bauzeitung, 23. April 1938, Seite 216.

moderne. Toutes ces surfaces sont dures au point de vue acoustique, c'est-à-dire que leur degré d'absorption est très faible et que, par conséquent, le local qui les contient accuse un long temps de réverbération. Pour une source sonore donnée, le temps de réverbération d'un local et la pression acoustique qui en résulte sont déterminés par le rapport suivant:

$$p = k \sqrt{\frac{TN}{V}}$$

$p$  = pression acoustique  
 $T$  = temps de réverbération du local  
 $V$  = volume du local  
 $N$  = puissance de la source sonore  
 $k$  = constante

On constate donc qu'un long temps de réverbération a pour conséquence un niveau de bruit élevé, inconvenient qui affecte en fait bon nombre de locaux de service. Or, il est relativement simple d'améliorer dans une large mesure les conditions acoustiques de ces locaux en ayant recours à des matériaux absorbants qui diminuent le temps de réverbération.

La fig. 1 donne les temps de réverbération moyens pour des locaux de différentes dimensions accusant les caractéristiques indiquées. Dans les locaux de

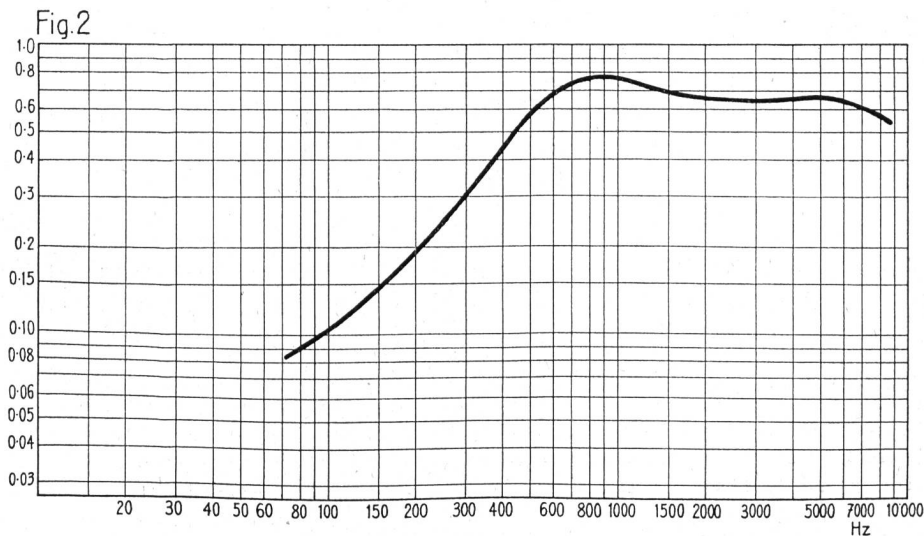


Fig. 2. Schallschluckgrad von Acousti-Celotex. — Degré d'absorption des plaques „Acousti-Celotex“.



Fig. 3. Neues Fernamt Bern. — Nouveau central interurbain de Berne.

wähnten Merkmalen. Für kleinere Räume liegt die Nachhalldauer in der Gegend von 1,5 bis 2,0 s, um dann für grosse Schalterhallen und dergleichen auf über 3,0 s anzusteigen. Es gilt nun, diese Nachhalldauer zu reduzieren. Allerdings wäre es verfehlt, sie zu stark verkürzen zu wollen, da sich durch das zusätzliche Dämpfungsmaterial ja nur der reflektierte Schall absorbieren lässt, während der von der Quelle direkt zum Ohr eines Beobachters gelangende Schall unbeeinflusst bleibt. Zudem ist ein gewisser Anteil reflektierten Schalles erwünscht, weil dieser eine gewissermassen „neutrale“ Zusammensetzung aufweist und so die unvermeidlichen, direkt von den einzelnen Quellen herrührenden Komponenten bis zu einem gewissen Grade maskiert. In einem völlig

faibles dimensions, le temps de réverbération se maintient dans les limites de 1,5 à 2,0 s pour monter dans les halls de guichets ou autres grands locaux de même nature jusqu'au delà de 3,0 s. Ce sont ces temps de réverbération qu'il s'agit de réduire. Cependant, en essayant de les réduire dans de trop fortes proportions, on risque de dépasser le but, car les matériaux absorbants n'absorbent que le son réfléchi, tandis que le son qui parvient directement de la source à l'oreille de l'observateur ne subit aucune modification. D'autre part, il est bon qu'on entende une partie du son réfléchi, ce son formant en quelque sorte une composante „neutre“, qui masque jusqu'à un certain degré les composantes inévitables qui proviennent directement des diffé-

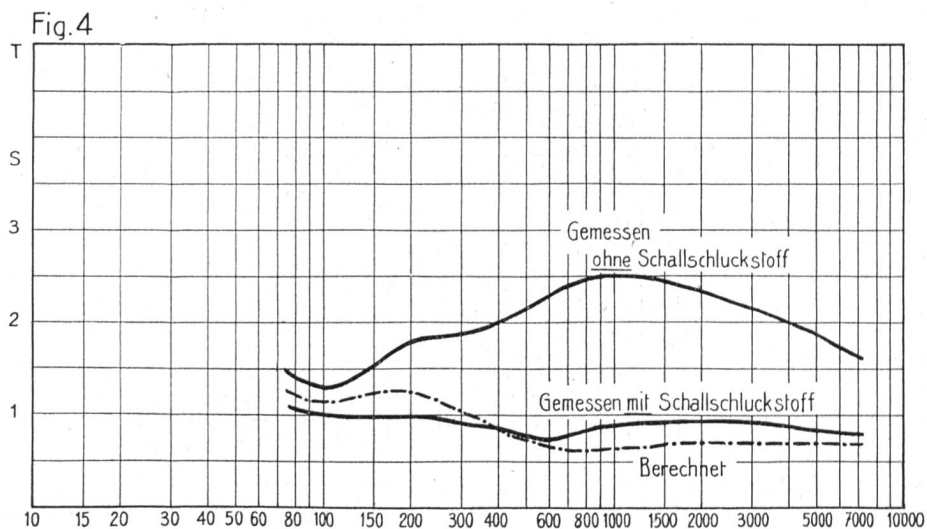


Fig. 4. Nachhallzeiten, neues Fernamt Bern. — Temps de réverbération dans le nouveau central de Berne.





Fig. 5. Installationsbureau Zürich. — Bureau des installations, Zurich.

gedämpften Raume würde fast nur die dem Beobachter zunächst liegende Schallquelle hörbar sein, was trotz der verminderten Lautstärke subjektiv viel stärker stören würde, als es ein zusammengesetztes Raumeräusch höherer Lautstärke tut.

Aus Beobachtungen an praktischen Beispielen hat sich ergeben, dass die „natürlichen“ Nachhallzeiten auf die Hälfte bis ein Drittel herabgesetzt werden können. Die Fig. 1 stellt diese Verhältnisse dar und gibt zugleich an, wie gross die dazu nötige Dämpfung sein muss. Durch Einsetzen in die eingangs erwähnte Formel ergibt sich eine Abnahme des Geräuschpegels um 3 bis 5 Phon, wenn die Nachhallzeiten auf die Hälfte bis ein Drittel verkürzt werden. Dies trifft zu, wenn die Leistungen der Schallquellen von der vergrösserten Dämpfung nicht beeinflusst werden, wenn es sich z. B. um geräusch-erzeugende Maschinen (Schreibmaschinen, Rohrpostanlagen, Förderbänder usw.) handelt. Wenn die Schallquellen menschliche Stimmen sind, wie z. B. in einem Fernamt oder in einem Bureau, in dem viel telephoni-ert wird, so liegen die Verhältnisse günstiger, da der

rentes sources. Dans un local où l'absorption serait parfaite, l'observateur n'entendrait presque uniquement que le son produit par la source la plus proche, ce qui, subjectivement, le dérangerait beaucoup plus, malgré l'intensité réduite, qu'un bruit de salle composé, de plus forte intensité.

Les observations faites dans la pratique prouvent qu'on peut arriver à réduire de moitié ou des deux tiers le temps de réverbération „naturel“. La fig. 1 montre dans quelles conditions on obtient ce résultat et, en même temps, quelle est l'absorption nécessaire. En appliquant la formule énoncée plus haut, on constate qu'on obtient une diminution du niveau de bruit de 3 à 5 phons lorsqu'on réduit de moitié ou des deux tiers le temps de réverbération. C'est le cas, en particulier, quand la puissance acoustique des sources sonores n'est pas influencée par l'augmentation de l'absorption comme, par exemple, lorsqu'il s'agit de machines bruyantes (machines à écrire, installations de postes pneumatiques, transporteurs mécaniques, etc). Lorsque les sources sonores sont constituées par des voix humaines, comme dans les

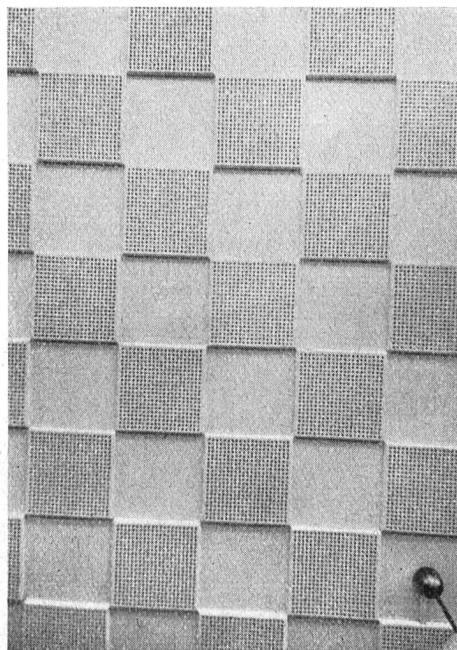


Fig. 6. Detail der Deckenverkleidung, Installationsbureau Zürich. Revêtement du plafond, bureau des installations, Zurich.

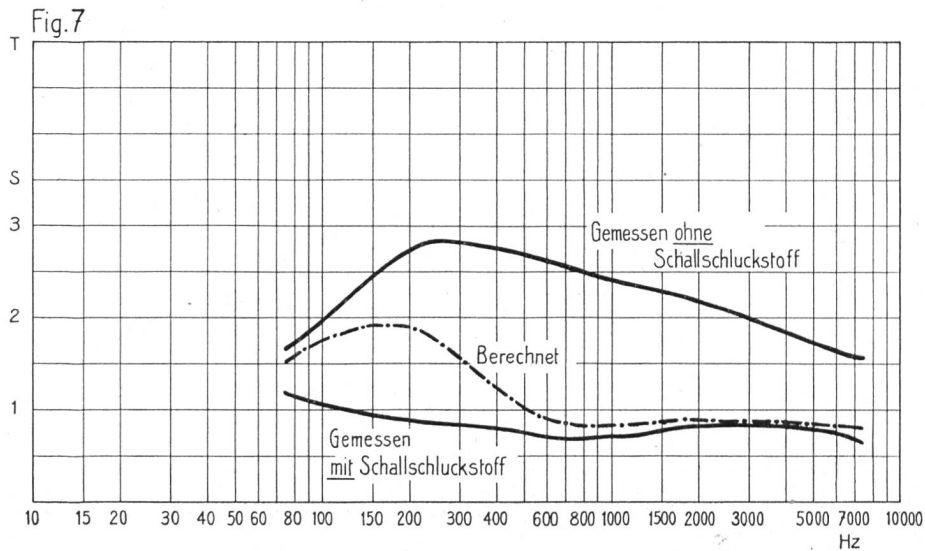


Fig. 7. Nachhallzeiten, Installationsbureau Zürich. — Temps de réverbération dans le bureau des installations, Zurich.

Mensch seine Stimme unbewusst seiner Umgebung anpasst. Wenn der Raum ruhiger wird, sinkt automatisch auch die Lautstärke der Stimme, und zwar wurden Lautstärkeabnahmen von 2 bis 5 Phon beobachtet, die also noch zu den oben erwähnten 3 bis 5 Phon addiert werden können. In Räumen, die durch menschliche Schallquellen gestört werden, ist der Einfluss der verkürzten Nachhallzeit auf den Geräuschpegel also ganz beträchtlich; die Abnahme kann leicht 5 bis 10 Phon betragen. Eine derartige Verminderung des Lärms wird subjektiv schon sehr wohltuend empfunden und erhöht die Konzentrationsfähigkeit und damit die Arbeitsleistung beträchtlich.

Was für Materialien kommen nun zur Verkürzung der Nachhalldauer hauptsächlich in Frage? Bei den Schallschluckstoffen lassen sich ja zwei grundsätzlich verschiedene Arten unterscheiden: die schwingungsfähigen und die porösen. Während die

zentraux téléphoniques ou dans les bureaux dans lesquels on téléphone beaucoup, les conditions sont plus favorables du fait que l'homme adapte instinctivement la puissance de sa voix à ce qui l'entoure. A mesure que le bruit diminue dans le local, la voix baisse automatiquement et l'on constate une diminution d'intensité sonore de 2 à 5 phones, qui viennent s'ajouter aux 3 à 5 phones dont nous avons parlé. Dans les locaux où l'on est dérangé par le bruit des voix, la réduction du temps de réverbération a donc une très grande influence sur le niveau de bruit, qui peut même diminuer de 5 à 10 phones. Subjectivement, une pareille diminution de bruit a déjà un effet très bienfaisant; il augmente considérablement la capacité de concentration et, par là, la puissance de travail.

Voyons quels sont les principaux matériaux entrant en ligne de compte pour la réduction du temps de réverbération. Les matériaux absorbants se



Fig. 8. Neues Fernamt St. Gallen. — Nouveau central interurbain de St-Gall.

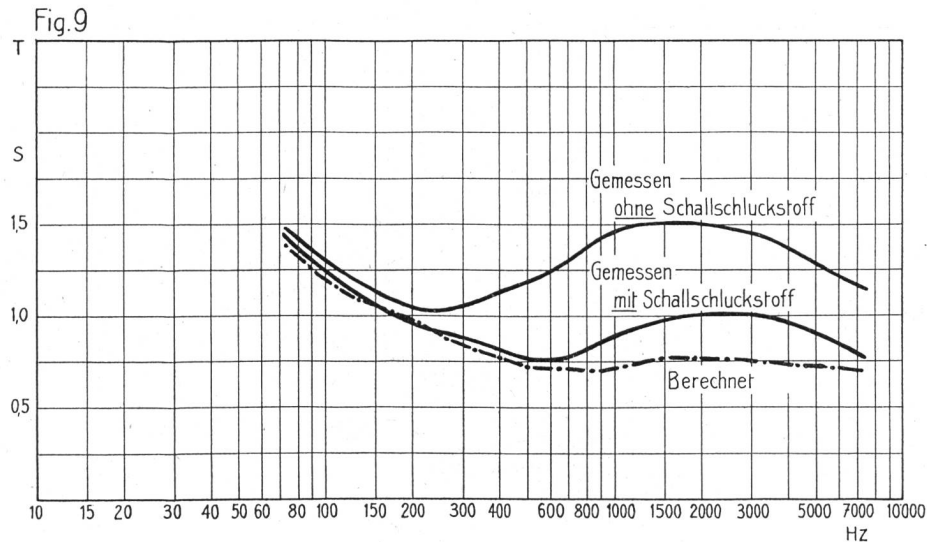


Fig. 9. Nachhallzeiten, neues Fernamt St. Gallen. — Temps de réverbération dans le nouveau central de St-Gall.

ersteren bei einer Resonanzfrequenz maximal absorbieren, die durch die Anordnung des Materials gegeben ist und die irgendwo liegen kann, schlucken die letzteren durchwegs die hohen Frequenzen gut, die tiefen dagegen schlechter. Um sich für die eine oder andere Art von Schallschluckstoffen entscheiden zu können, muss man also in erster Linie wissen, welche Frequenzen hauptsächlich in Frage kommen. Ueber die Frequenzzusammensetzung der zu dämpfenden Geräusche kann nichts Bestimmtes ausgesagt werden, da es sich ja um Geräusche der verschiedensten Arten handeln kann. Man muss hier annehmen, dass *alle* Frequenzen vorkommen können. Weiter spielt die Empfindlichkeit des

divisent en deux catégories différentes dans leur principe: les matériaux vibrants et les matériaux poreux. Alors que les premiers absorbent le maximum à une fréquence de résonance donnée par la disposition des matériaux et qui peut avoir n'importe quelle valeur, les seconds absorbent très bien les hautes fréquences, mais beaucoup moins bien les basses fréquences. Pour pouvoir choisir le genre de matériaux le mieux approprié, il faut donc connaître en tout premier lieu quelles fréquences entrent surtout en considération. Mais, comme il est impossible de dire avec précision quelles fréquences composent les bruits à amortir du fait qu'il peut s'agir des bruits les plus divers, on doit admettre que *toutes* les



Fig. 10. Schalterhalle Zürich. — Hall des guichets, Zurich.





Fig. 11. Schalterhalle Zürich. — Hall des guichets, Zurich.

menschlichen Ohres mit. Bei den hier in Betracht kommenden Lautstärken von ungefähr 60 Phon nimmt die Ohrempfindlichkeit für Frequenzen unterhalb von etwa 300 Hz noch wesentlich ab. Daraus geht hervor, dass offenbar die Absorption der tiefen Frequenzen weniger wichtig ist und vorwiegend die hohen Frequenzen, oberhalb von etwa 300 Hz, absorbiert werden müssen, eine Aufgabe, für die sich poröse Materialien besonders gut eignen. Dazu gesellt sich noch der Umstand, dass die Nachhallzeit eines normalen Raumes ohnehin gegen die tiefen Frequenzen zu abnimmt (s. Fig. 4, 7 und 9), was durch mitschwingende Raumteile, z. B. Fenster und Türen, bewirkt wird.

Bei den im folgenden angeführten Beispielen wurde überall dasselbe Material verwendet, nämlich die gelochte Celotex-Platte (Acousti-Celotex). Die Fig. 2 zeigt den Schluckgrad dieses Materials; es geht daraus hervor, dass es erst oberhalb von etwa 300 Hz stärker absorbiert, während es die tiefen Frequenzen nur schlecht schluckt. Trotzdem ist es für Raumdämpfungen sehr gut geeignet.

In den meisten Fällen ist die Decke der einzige Ort, der für ein Belegen mit einer grösseren Fläche eines Schluckstoffes überhaupt in Frage kommt. Dagegen kann die Verteilungsart des Materials sehr verschieden gewählt werden, besonders wenn es sich um verhältnismässig kleine Platten handelt. Die Zweckmässigkeit der einen oder andern Anordnung kann durch Vergleich der berechneten Nachhallkurve mit der tatsächlich gemessenen Kurve beurteilt werden.

Im neuen Fernamt in Bern wurde die Decke zu beiden Seiten des Lüftungskanals mit einer zu-

fréquences peuvent se présenter. D'autre part, la sensibilité de l'oreille humaine joue également un rôle. Avec les intensités sonores d'environ 60 phones qui entrent ici en considération, la sensibilité de l'oreille pour les fréquences inférieures à environ 300 hz diminue encore considérablement. Il en résulte que l'absorption des basses fréquences a de toute évidence beaucoup moins d'importance que celle des hautes fréquences et qu'il faut surtout absorber les fréquences supérieures à 300 hz, tâche pour laquelle les matériaux poreux sont particulièrement indiqués. D'autre part, il ne faut pas oublier que, de toute façon, le temps de réverbération d'un local normal diminue vers les basses fréquences (fig. 4, 7 et 9), phénomène qui est dû à la présence de parties vibrantes, telles que portes, fenêtres, etc.

Dans les cas que nous citons ci-après comme exemples, on a employé partout le même matériau: des plaques de Celotex trouées (Acousti-Celotex). La fig. 2 montre le degré d'absorption de ce matériau; on constate qu'il absorbe très bien les fréquences dépassant 300 hz, mais qu'il absorbe mal les fréquences plus basses. Cependant, il convient parfaitement pour l'amortissement des bruits de salle.

Dans la plupart des cas, le plafond est le seul endroit où l'on puisse appliquer, sur une grande surface, un matériau absorbant. Par contre, les manières d'appliquer ce matériau peuvent être très variées, en particulier lorsqu'il s'agit de plaques relativement petites. La comparaison entre la courbe de réverbération établie par des calculs et la courbe effectivement mesurée indique quelle est la disposition qu'il convient d'adapter.



sammenhängenden Fläche des erwähnten Schluckstoffes belegt (Fig. 3). Wie die Messresultate zeigen (Fig. 4) ist der erwartete Erfolg auch eingetreten; die berechnete und die gemessene Kurve stimmen annähernd überein. Im Installationsbureau des neuen Telephonegebäudes an der Dianastrasse in Zürich wurde erstmals eine schachbrettartige Anordnung des Materials gewählt (Fig. 5 und 6). Dabei zeigte es sich, dass die gemessenen Nachhallzeiten (Fig. 7) besonders bei den mittleren und tiefen Frequenzen bedeutend kürzer wurden, als die Rechnung hatte erwarten lassen. Diese Verbesserung kommt offenbar dadurch zustande, dass nun auch die Schmalseiten der einzelnen Platten absorbieren; da die Schichtdicke in bezug auf die Schmalseiten sehr gross ist (30 cm), werden auch die tiefen und mittleren Frequenzen wirksam geschluckt.

Auf Grund dieser günstigen Resultate wurde auch für das neue Fernamt in St. Gallen eine schachbrettartige Verteilung des Materials vorgesehen (Fig. 8). Bei der Messung zeigte es sich aber, dass hier der Erfolg die Berechnung nicht übertraf, weshalb eigentümlicherweise in diesem Falle die schachbrettartige Anordnung keinen Vorteil brachte (Fig. 9). Diese Tatsache fand dann ihre Erklärung; es stellte sich nämlich heraus, dass die Schmalseiten der Platten aus ästhetischen Gründen weiss gestrichen worden waren, und zwar unglücklicherweise mit gewöhnlicher, undurchlässiger Oelfarbe, so dass diese Flächen zur Absorption nichts mehr beitragen konnten. Dieser Fall liefert den einwandfreien Beweis, dass die bei der schachbrettförmigen Verteilung auftretende zusätzliche Absorption tatsächlich von den freien Schmalseiten der Platten herrührt.

In der neuen grossen Schalterhalle in Zürich wurde eine Verteilung des Materials gewählt, die einen Mittelweg zwischen zusammenhängender Fläche und Schachbrett darstellt (Fig. 10 und 11). Um diese drei Verteilungsarten zahlenmässig vergleichen zu können, wurden die tatsächlich erreichten Absorptionskoeffizienten für den Frequenzbereich von 300 bis 3000 Hz aus den Nachhallresultaten errechnet; dabei ergaben sich folgende Werte:

Zusammenhängende Flächen . . . . .	0,50
Grob unterteilte Flächen . . . . .	0,60
Schachbrett . . . . .	0,86

Aus diesen Zahlen geht die ausserordentlich günstige Wirkung einer möglichst gut verteilten Anordnung des Schallschluckmaterials eindeutig hervor.

Dans le nouveau central interurbain de Berne, le plafond a été entièrement recouvert, des deux côtés du canal d'aération, de plaques de Celotex mises bout à bout (fig. 3). Les résultats des mesures effectuées montrent que le but cherché a été atteint, car la courbe calculée et la courbe mesurée sont presque concordantes (fig. 4). Pour le bureau des installations du nouveau bâtiment des téléphones à la Dianastrasse à Zurich, on adopta pour la première fois la disposition des plaques en damier (fig. 5 et 6). On constata que les temps de réverbération mesurés (fig. 7), en particulier pour les fréquences moyennes et les basses fréquences, étaient passablement plus courts que ceux qui avaient été calculés. Cette amélioration était due évidemment au fait que les faces latérales de chaque plaque contribuent elles aussi à l'absorption du son; comme les plaques sont très épaisses par rapport aux faces latérales (30 cm), elles absorbent efficacement les basses et moyennes fréquences.

Au vu des bons résultats obtenus, on adopta également la disposition des plaques en damier pour le nouveau central interurbain de St-Gall (fig. 8). Mais, lors des mesures, on constata avec surprise que le résultat ne dépassait pas ce que les calculs avaient donné et que, dans ce cas, fait étonnant, la disposition en damier ne présentait aucun avantage (fig. 9). On eut l'explication de ce phénomène lorsqu'on découvrit que les faces latérales des plaques avaient été peintes pour des raisons d'esthétique et recouvertes malheureusement d'une couche de couleur à l'huile ordinaire et imperméable, qui les empêchait de contribuer à l'absorption des bruits. On avait ainsi la preuve évidente que l'absorption supplémentaire constatée avec la disposition des plaques en damier est provoquée par l'action des faces latérales.

Pour le grand hall des guichets à Zurich, on a adopté une disposition mixte qui tient du système des plaques mises bout à bout et du système des plaques en damier (fig. 10 et 11). Pour pouvoir comparer entre eux les trois systèmes à l'aide de chiffres, on a calculé, sur la base des temps de réverbération, le coefficient d'absorption effectif pour les fréquences de 300 à 3000 Hz, et obtenu les résultats suivants:

plaques mises bout à bout . . . . .	0,50
plaques réparties grossièrement . . . . .	0,60
plaques en damier . . . . .	0,86

Ces chiffres montrent clairement l'influence extraordinairement favorable qu'exercent pour la lutte contre les bruits les matériaux absorbants bien répartis.

## Die Ergebnisse der Weltkonferenz für das Fernmeldewesen in Kairo 1938.

654.1(061.1/3)(100)

Am 1. Februar 1938 wurde in Kairo die Weltkonferenz für das Fernmeldewesen eröffnet, die sich aus der Konferenz für Telegraphen- und Telephonbetrieb und aus der Radiokonferenz zusammensetzte.

Nach der feierlichen Eröffnung der Konferenz durch den ägyptischen König bestellte die Tele-

## Le bilan de la Conférence internationale des télécommunications, Le Caire 1938.

654.1(061.1/3)(100)

Le 1<sup>er</sup> février 1938 s'est ouverte au Caire la Conférence internationale des télécommunications, comprenant la Conférence télégraphique et téléphonique ainsi que la Conférence des radiocommunications.

Sitôt après l'ouverture solennelle de la Conférence