

Die Lärmbekämpfung in Betriebsräumen = La lutte contre le bruit dans les locaux de service

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **29 (1951)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875321>

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.

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von der Schweizerischen Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung. Publié par l'administration des postes, télégraphes et téléphones suisses. Pubblicato dall'amministrazione delle poste, dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Die Lärmbekämpfung in Betriebsräumen*)

Von W. Furrer, A. Lauber und P.-H. Werner, Bern

La lutte contre le bruit dans les locaux de service*)

Par W. Furrer, A. Lauber et P.-H. Werner, Berne

534.835

Die fortschreitende Rationalisierung der Arbeitsmethoden führt dazu, dass zahlreiche Dienste der Verwaltung mehr und mehr in grossen Räumen zusammengefasst werden und dass maschinelle Arbeitsweisen sich ständig ausbreiten. Dadurch stellt sich das Problem der Lärmbekämpfung. Es ist bekannt, dass der Lärm in einem Arbeitsraum einen wichtigen physiologischen und psychologischen Faktor darstellt, wobei zwei grundsätzlich verschiedene Fälle zu unterscheiden sind: Der erste ist der traumatisierende Lärm, der das Gehörorgan nach längerer oder kürzerer Zeit unheilbar schädigt; dieser Fall ist in Fabriken, bei Flugzeugen usw. anzutreffen und kommt in PTT-Betrieben praktisch nicht vor. Hier ist der zweite Fall dafür um so häufiger und wichtiger, der dadurch charakterisiert ist, dass der Lärm, dem der Arbeiter ausgesetzt ist, wohl innerhalb der physiologischen Grenze liegt, also vom Ohr dauernd ohne Schaden ertragen wird, dagegen eine psychische Beanspruchung darstellt, die das Konzentrationsvermögen beeinträchtigt, die Ermüdung beschleunigt, Kopfschmerzen, Unlustgefühle usw. auslösen kann und auf diese Weise die Arbeitsleistung sehr fühlbar herabsetzt. Die Grenze zwischen diesen beiden Fällen liegt bei einer Lautstärke von etwa 90 Phon.

Im Postbetrieb kommen besonders häufig grössere Räume mit zahlreichen Bureaumaschinen vor, wobei es sich um Schreibmaschinen, Buchhaltungs-

*) Die vorliegende Arbeit, deren Originaltext in deutscher Sprache wir hier erstmals veröffentlichten, erschien im Organ des Weltpostvereins, *L'Union postale* 75 (1950), Nr. 12, in der Übersetzung in französischer, englischer, arabischer, chinesischer spanischer und russischer Sprache. Die fremdsprachigen Leser unserer Technischen Mitteilungen PTT seien gebührend auf diese Veröffentlichung hingewiesen.

La rationalisation toujours plus poussée des méthodes de travail conduit l'administration des PTT à concentrer de plus en plus ses nombreux services dans de grands locaux et à développer constamment le travail mécanique. Dès lors, se pose le problème de la lutte contre le bruit.

On sait que, dans un local de travail, le bruit est un facteur physiologique et psychologique important dont il convient de distinguer en principe les deux effets différents. Dans le premier cas, il s'agit du bruit causant des lésions traumatiques et finissant à plus ou moins brève échéance par endommager irrémédiablement l'ouïe; on rencontre ce cas dans les fabriques, dans l'aviation, etc., mais pour ainsi dire jamais dans les services des PTT. En revanche, le deuxième cas y est d'autant plus fréquent et plus grave, car le bruit que doit supporter le travailleur est caractérisé par le fait qu'il reste dans les limites physiologiques que l'oreille peut supporter en permanence sans dommage, mais exige un effort psychique qui diminue le pouvoir de concentration, augmente la fatigue, peut provoquer des maux de tête et des malaises, etc. et réduit par conséquent, d'une façon très sensible, la production. Une force de son d'environ 90 phones marque la limite entre ces deux cas.

Dans le service postal en particulier, on rencontre souvent de vastes locaux contenant un grand nombre de machines de bureau telles que machines à écrire,

*) L'article dont nous publions ici l'original en langue allemande a déjà paru sous forme de traductions en français, anglais, arabe, chinois, espagnol et russe dans le numéro 12 de l'organe de l'Union postale universelle, «*L' Union postale*» 75 (1950). Nous y renvoyons nos lecteurs de langue étrangère.



Fig. 1.
Ansicht eines Saales im
neuen Checkamt Bern
(1950)

Vue d'une salle du nou-
vel office des chèques
de Berne (1950)

maschinen, Rechenmaschinen, Lochkartenmaschinen usw. handeln kann. Die Bekämpfung des dabei auftretenden Lärmes führt auf die folgenden drei grundsätzlichen Möglichkeiten:

1. Raumakustische und architektonische Massnahmen;
2. Geräuscharme Konstruktion der Maschinen;
3. Geräuscharme Aufstellung der Maschinen.

1. Raumakustik

Zwischen den akustischen Eigenschaften eines Raumes, der Leistung einer Schallquelle in diesem Raum und der erzeugten mittleren Schallenergie im Raum bestehen einfache Zusammenhänge.

Das akustische Verhalten eines Raumes ist im wesentlichen bestimmt durch sein Volumen V , seine Nachhallzeit T und seine Form, wobei die Nachhallzeit von der vorhandenen Schallabsorption A abhängt. Die durch eine Schallquelle mit der Leistung P erzeugte Schallenergiedichte W , die ein Mass für die gehörte Lautstärke ist, kann daraus berechnet werden. Dafür liefert die elementare Raumakustik die folgenden zwei Beziehungen:

$$W = \text{konst.} \frac{PT}{V}$$

$$T = \text{konst.} \frac{V}{A}, \text{ wobei } A = \sum \alpha \cdot S.$$

Daraus lässt sich schliessen, dass für einen Raum von gegebenem Volumen die Nachhallzeit T möglichst klein sein muss, damit die Schallquelle mit der Leistung P eine kleine Energiedichte W erzeugt. Dies kann einerseits durch schallabsorbierende Flächen,

maschinen à calculer, machines comptables et électrocomptables, etc. La lutte contre le bruit qu'elles font repose sur trois principes:

1. Mesures architectoniques touchant l'acoustique des salles;
2. Construction de machines silencieuses;
3. Installation anti-bruit des machines.

1. Acoustique des salles

Le rapport entre les propriétés acoustiques d'un local, la puissance d'une source sonore dans ce local et l'énergie sonore moyenne engendrée dans le local est simple.

L'acoustique d'un local est déterminée essentiellement par son volume V , sa durée de réverbération T

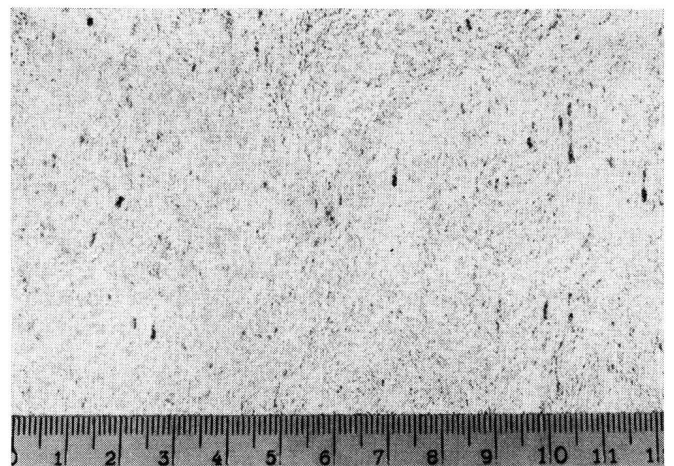


Fig. 2. Oberfläche einer homogenen Akustikplatte aus Glasfasern
Surface homogène d'une plaque acoustique en fibres de verre

deren Absorptionskoeffizient α gross ist, andererseits aber auch einfach dadurch erreicht werden, dass das Verhältnis des Volumens zur Oberfläche (V/S) möglichst klein gemacht wird. Da die Grundfläche des Raumes meist durch die Zahl der Arbeitsplätze bestimmt ist, führt diese Bedingung auf die Forderung nach möglichst kleiner Raumhöhe.

In früheren Zeiten wurden Arbeitsräume mit vielen Arbeitsplätzen immer mit grossen Raumhöhen gebaut, wobei hygienische Überlegungen massgebend waren. Heute hat sich diese Situation entscheidend geändert, indem durch Klimaanlage und moderne Beleuchtung auch mit kleinen Raumhöhen einwandfreie hygienische Verhältnisse geschaffen werden können. Die Fig. 1 zeigt einen Raum des neuen Checkamtes in Bern (1950), wo die Raumhöhe nur 2,8 m beträgt; dabei ist nicht einmal eine Luftkonditionierungsanlage vorhanden, sondern der Raum wird nur durch die Fenster natürlich belüftet; diese Lösung war hier infolge einer besonders günstigen Lage des Gebäudes möglich. Bei Verwendung einer sorgfältig dimensionierten Klimaanlage ist ohne weiteres eine minimale Raumhöhe von ungefähr 2,6 m zulässig.

Für eine wirksame Lärmbekämpfung genügt jedoch die kleine Raumhöhe allein noch nicht; es ist notwendig, die Raumabsorption durch schallabsorbierende Beläge künstlich zu vergrössern, wobei die folgenden Gesichtspunkte wichtig sind:

Als Absorptionsmaterial kommen vor allem poröse Stoffe in Frage, die heute in zahlreichen Ausführungen in Form von Platten oder Belägen aus gepressten Fasern (Holz, Glas, Asbest usw.) zur Verfügung stehen. Die Oberfläche solcher Platten ist entweder homogen (Fig. 2) oder gelocht (Fig. 3), ferner können auch Rillen oder sonstige Vertiefungen gebraucht werden. Die Platten mit Löchern oder anderen Vertiefungen haben gegenüber den homogenen Platten meistens den Vorteil grösserer mechanischer Widerstandsfähigkeit, das heisst, sie sind stossfest und laufen weniger Gefahr, beschädigt zu werden. In

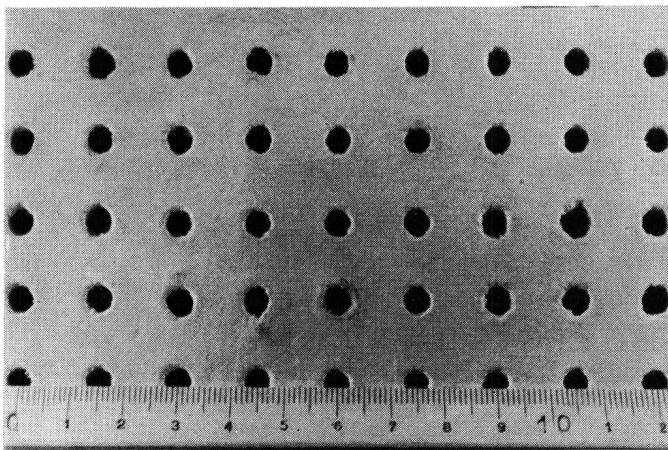


Fig. 3. Oberfläche einer gelochten Akustikplatte aus Holzfasern
Surface à trous d'une plaque acoustique en fibres de bois

et sa forme, la durée de réverbération dépendant de l'absorption sonore A . Ces données permettent de calculer la densité W de l'énergie sonore engendrée par une source sonore ayant une puissance P , densité qui sert de mesure pour la force du son entendu. L'acoustique élémentaire des salles fournit les deux rapports suivants:

$$W = \text{const.} \frac{PT}{V}$$

$$T = \text{const.} \frac{V}{A}, \text{ où } A = \sum \alpha \cdot S.$$

On en peut conclure que, pour un local d'un volume donné, la durée de réverbération T doit être aussi courte que possible afin que la source sonore ayant une puissance P engendre une faible densité d'énergie W . On peut obtenir ce résultat en ayant recours à des surfaces absorbantes à fort coefficient d'absorption α ou bien, tout simplement, en maintenant aussi petit que possible le rapport du volume à la surface (V/S). La surface du plancher d'un local étant généralement déterminée par le nombre des places de travail, il s'ensuit qu'on est obligé de chercher à réduire autant que possible la hauteur du local.

Autrefois, pour des raisons d'hygiène, on donnait toujours une grande hauteur aux locaux devant contenir un grand nombre de places de travail. Aujourd'hui, la façon de construire s'est modifiée du tout au tout du fait que, grâce aux installations de conditionnement d'air et d'éclairage modernes, on peut créer des conditions hygiéniques parfaites, même dans les locaux de faible hauteur. La figure 1 montre une salle du nouvel office des chèques de Berne (1950) qui n'a que 2,8 m de hauteur. Cette salle ne possède même pas d'installation de conditionnement d'air; elle est aérée normalement par les fenêtres, solution qu'autorise la situation particulièrement favorable du bâtiment. En adoptant une installation de conditionnement d'air soigneusement calculée, on peut admettre sans autre une hauteur de local minimum de 2,6 m environ.

Cependant, la faible hauteur du local ne suffit pas à elle seule pour combattre efficacement le bruit; il est indispensable d'augmenter artificiellement l'absorption du local au moyen de revêtements absorbants en tenant compte essentiellement des points suivants:

Comme matériel absorbant, on utilise avant tout des matières poreuses qu'on trouve aujourd'hui sous forme de plaques ou de revêtements divers en fibres pressées (bois, verre, amiante, etc.). La surface de ces plaques est soit homogène (fig. 2), soit percée de trous (fig. 3), soit encore pourvue de rainures ou autres creusures. Les plaques à trous ou autres évidements ont généralement l'avantage d'offrir une plus grande résistance mécanique que les plaques homogènes, c'est-à-dire de résister aux chocs et d'être moins exposées aux détériorations. Au point de vue

akustischer Beziehung absorbieren gelochte Platten die hohen Frequenzen etwas weniger gut als Stoffe mit homogener Oberfläche, dagegen weisen sie infolge der Resonatorwirkung ihrer Öffnungen eine erhöhte Absorption der mittleren Frequenzen auf.

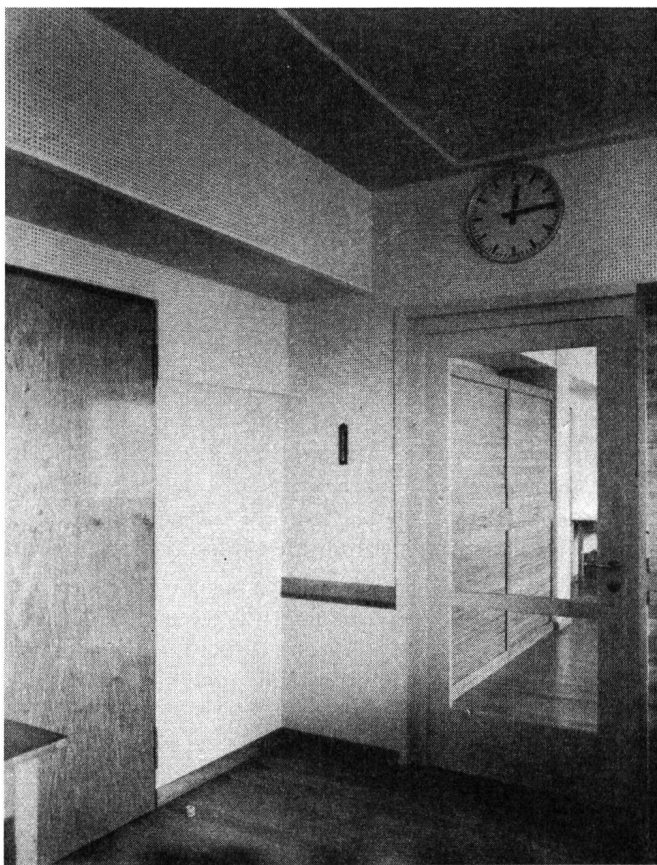


Fig. 4. Raumecke mit Akustikplatten im neuen Checkamt Bern (1950)
Angle de local pourvu de plaques acoustiques dans le nouvel office de chèques de Berne (1950)

Die vorstehenden Überlegungen führen zum Schluss, dass es grundsätzlich günstig wäre, die zusätzliche Schallabsorption möglichst gross zu machen. Praktische Versuche und Erfahrungen zeigen jedoch, dass es dabei ein wirtschaftliches Optimum gibt. Es zeigte sich, dass zum Beispiel die Belegung der ganzen Decke unnötig und unzweckmässig ist. Dabei ist auch zu bemerken, dass dies in allen den Fällen, wo eine in der Decke eingebaute Strahlungsheizung vorhanden ist, aus thermischen Gründen auch gar nicht möglich wäre. Ferner zeigt die wellentheoretische Raumakustik, dass in rechtwinkligen Räumen die grösste Konzentration der Schallenergie in der Nähe der Raumkanten auftritt, so dass an dieser Stelle angebrachte Absorptionsflächen am wirksamsten sind. Aus früheren Arbeiten*) ist ferner bekannt, dass aufgelöste und möglichst stark gegliederte Flächen einen wesentlich bessern akustischen Wirkungsgrad haben, als wenige grosse zusammen-

akustique, on peut dire que les plaques à trous absorbent un peu moins bien les hautes fréquences que les surfaces homogènes, mais, en revanche, absorbent mieux les fréquences moyennes, les trous ayant un effet de résonateur.

On peut conclure de ce qui précède qu'il serait en principe avantageux d'accroître autant que possible l'absorption supplémentaire. Des essais et des expériences pratiques montrent cependant qu'il existe un optimum. On a constaté, par exemple, qu'il est inutile et irrationnel de recouvrir tout le plafond. Ce serait d'ailleurs impossible, pour des raisons thermiques, dans tous les cas où un chauffage par rayonnement est établi dans le plafond. D'autre part, la théorie des ondes acoustiques dans les salles montre que, dans des locaux à angles droits, l'énergie sonore se concentre surtout à proximité des angles, de sorte que ce sont les surfaces absorbantes établies dans ces endroits-là qui ont le plus d'effet. Nous savons en outre, par des articles parus ici même*), que des surfaces aussi divisées que possible ont un effet acoustique sensiblement meilleur qu'un petit nombre de grandes surfaces jointes. La figure 4 montre une répartition typique du matériel absorbant installé sous forme de bandes et de frises dans un angle du local, alors que le plafond proprement dit reste libre. Il s'agit là d'un détail du local représenté à la figure 1. La figure 5 indique les durées de réverbération mesurées dans ce même local avant et après la pose du matériel absorbant. On constate que pour la gamme des fréquences moyennes, la pose du matériel absorbant a fait baisser la durée de réverbération et l'a ramenée de 1,5 seconde environ à 0,7 seconde. On peut donc calculer que pour un volume de salle de 400 m³ et une surface de matériel absorbant de 80 m², on aura un coefficient d'absorption de 0,62. Le même matériel posé en grandes surfaces jointes donnerait un coefficient d'absorption moyen d'environ 0,5 seulement, de sorte que la disposition choisie a augmenté l'absorption d'environ 24%.

2. Machines silencieuses

Il est évident que pour l'acquisition de nouvelles machines de bureau de tout genre, on attache une grande importance à un fonctionnement aussi silencieux que possible. Sous ce rapport, on a déjà fait de grands progrès dans la construction de ces machines, ce qui est particulièrement le cas pour les machines à écrire. En revanche, les machines à calculer, les machines comptables et électro-comptables engendrent encore un fort bruit dans beaucoup de cas.

3. Installations anti-bruit des machines

Une machine considérée comme génératrice de bruit se caractérise généralement par le fait que

*) W. Furrer. Techn. Mitt. PTT, 16 (1938), 92...99.

*) W. Furrer. Bulletin technique PTT, 16 (1938), p. 92 à 99.

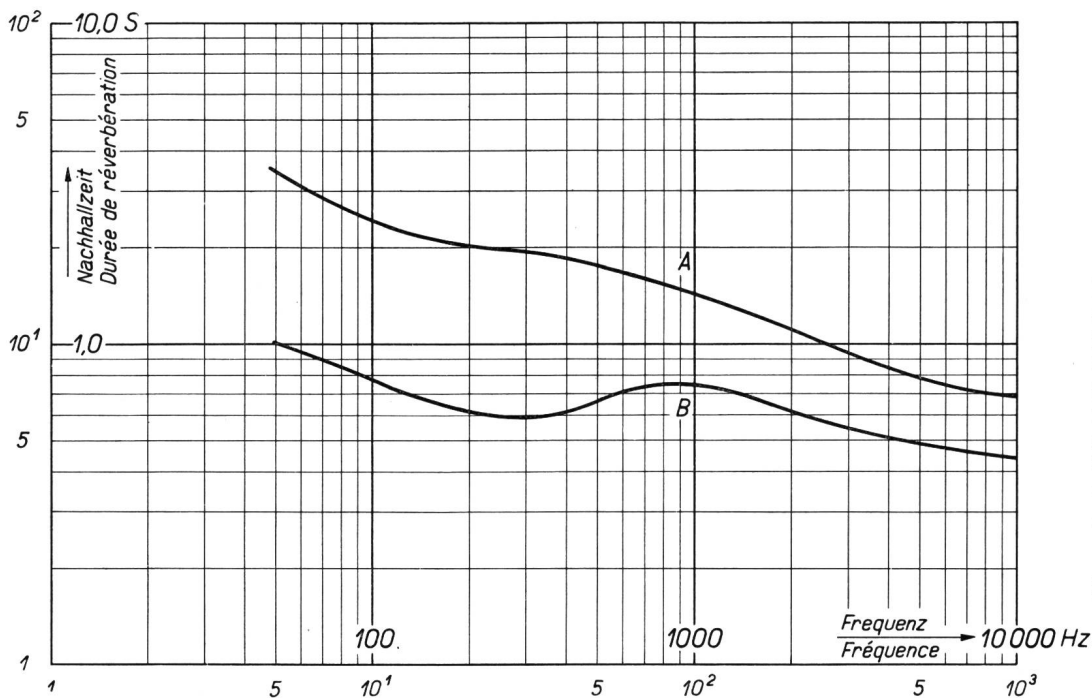


Fig. 5.
Gemessene Nachhallkurven im Saale des neuen Check-antes Bern
Courbes de réverbération mesurées dans la salle du nouvel office des chèques de Berne
V = 400 m³
A = ohne Akustikplatten sans plaques acoustiques
B = mit 80 m² Akustikplatten avec 80 m² de plaques acoustiques

hängende Flächen. Die Fig. 4 zeigt eine typische Verteilung von Absorptionsmaterial in Form von Streifen und Friesen in einer Raumecke, während die eigentliche Deckenfläche frei bleibt; es handelt sich dabei um ein Detail des Raumes der Fig. 1. Die Fig. 5 zeigt die gemessenen Nachhallzeiten dieses gleichen Raumes vor und nach der Verlegung des Absorptionsmaterials. Es geht daraus hervor, dass die Nachhallzeit im mittleren Frequenzbereich durch die Verlegung des Absorptionsmaterials von ungefähr 1,5 auf 0,7 Sekunden gesunken ist; bei einem Rauminhalt von 400 m³ und einer Oberfläche des absorbierenden Materials von 80 m² errechnet sich daraus ein mittlerer Absorptionskoeffizient des verwendeten Materials von 0,62. Das gleiche Material würde für grössere zusammenhängende Flächen einen mittleren Absorptionskoeffizienten von nur etwa 0,5 ergeben, so dass die geschilderte Unterteilung eine Absorptionserhöhung von etwa 24 % zur Folge hat.

2. Geräuscharme Maschinen

Es ist selbstverständlich, dass bei der Neuanschaffung jeder Art von Bureaumaschinen immer auch auf möglichst geräuschfreies Funktionieren geachtet werden muss. Im Bau solcher Maschinen wurden in dieser Beziehung schon grosse Fortschritte gemacht, was sich besonders bei den Schreibmaschinen auswirkt. Buchhaltungs-, Rechnungs- und Lochkartenmaschinen sind dagegen in sehr vielen Fällen immer noch starke Lärmerzeuger.

3. Geräuscharme Aufstellung der Maschinen

Wenn irgendeine Maschine in ihrer Eigenschaft als Schallerzeuger betrachtet wird, so zeichnet sie sich meist dadurch aus, dass die umgesetzte mecha-

l'énergie mécanique transformée est relativement grande tandis que les surfaces rayonnant le son sont petites. La conséquence directe en est que la machine émet peu de son aérien, mais qu'elle peut par contre faire vibrer les parties de bâtiment voisines (fondations, plafonds, parois, etc.). Ces parties de bâtiment, du fait de leurs grandes surfaces, peuvent alors rayonner des quantités d'énergie acoustique relativement élevées. Ces sources sonores sont désignées sous le nom d'émetteurs de son d'impact.

On peut diminuer dans une très large mesure ces vibrations en disposant rationnellement les machines. Il faut, en tout premier lieu, que la machine repose sur une couche élastique. Une étude approfondie de ce problème montre qu'on obtient ainsi un filtre passe-bas mécanique tel qu'il est représenté à la figure 6. La force alternative F engendrée par

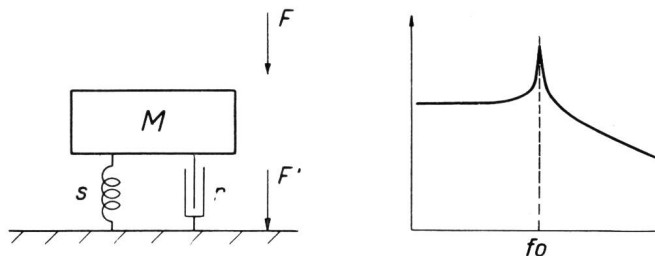


Fig. 6. Schematische Darstellung eines mechanischen Tiefpassfilters
Représentation schématique d'un filtre passe-bas mécanique

la machine n'est pas influencée au-dessous de la fréquence de résonance du système; par contre, au-dessus de cette fréquence, la force F' agissant sur la base élastique est très fortement affaiblie.

nische Energie wohl verhältnismässig gross ist, die schallabstrahlenden Oberflächen aber klein sind. Die direkte Folge davon ist die, dass die Maschine wenig Luftschall abstrahlt, dass aber damit gerechnet werden muss, dass sie benachbarte Bauteile zum Schwingen anregen kann (Fundamente, Decke, Wand usw.). Diese angeregten Bauteile werden dann dank ihrer grossen Oberfläche verhältnismässig grosse akustische Energiemengen abstrahlen können. Solche Schallquellen werden als Körperschall-Erzeuger bezeichnet.

Dieses Mitschwingen kann durch eine zweckmässige Aufstellung der Maschinen sehr weitgehend herabgesetzt werden. Es ist dabei bekannt, dass hierfür in erster Linie weiche Unterlagen verwendet werden müssen. Ein eingehendes Studium dieses Problems zeigt, dass auf diese Weise ein mechanisches Tiefpassfilter entsteht, wie es in der Fig. 6 dargestellt ist. Die von der Maschine erzeugte Wechselkraft F wird unterhalb der Resonanzfrequenz des ganzen Systems nicht beeinflusst, oberhalb der Resonanzfrequenz wird dagegen die auf die Unterlage wirkende Kraft F' sehr stark geschwächt.

Die Fig. 7 zeigt die praktische Ausführung einer solchen Anordnung für eine Rechenmaschine. Die Maschine steht auf 4 kleinen Flächen aus sehr weichem Spezialkork auf einer Eisenplatte, die ihrerseits durch Filzstreifen von der Tischplatte getrennt ist. Die Eisenplatte selbst ist mit einem wirksamen vibrationshemmenden Belag versehen. Bei der Dimensionierung aller dieser elastischen Zwischenschichten muss darauf geachtet werden, immer die dem Material entsprechende richtige spezifische Belastung zu erhalten. Wenn diese zu gross ist, so wird das Material zusammengedrückt und daher unelastisch, wenn sie zu klein ist, wird die Resonanzfrequenz zu hoch.

Die in der Fig. 7 gezeigte Anordnung ergab die folgenden Resultate:

	Schnelle der Tischplatte	Schalldruck
Maschine direkt auf Tischplatte	1,65 mm/s	74 db
Maschine geräuscharm aufgestellt	0,71 mm/s	70 db

Die Fig. 8 zeigt die für die beiden Fälle gemessenen Schallspektren einer einzelnen Maschine. Es geht daraus hervor, dass der Körperschall vor allem aus mittleren und tiefen Frequenzen besteht, und es ist deutlich ersichtlich, dass diese durch die beschriebene Anordnung wirksam gedämpft werden. Der Anteil an hohen Frequenzen besteht praktisch ausschliesslich aus direkt abgestrahltem Luftschall, der durch die elastische Aufstellung nicht beeinflusst werden kann.

Die Fig. 9 zeigt die im Checksaal (Fig. 1) gemessenen Lärmspektren für 11 gleichzeitig arbeitende Maschinen. Auch aus diesem Messresultat ist deutlich ersichtlich, dass die mittleren und tiefen Frequenzen wirksam gedämpft werden, während die

La figure 7 montre l'exécution pratique de cette disposition pour une machine à calculer. Les pieds de la machine posés sur quatre petits morceaux de liège spécial très élastique reposent sur une plaque de fer isolée elle-même de la table par des bandes de feutre. La plaque de fer est pourvue d'un revêtement empêchant efficacement les vibrations. Il faut veiller en calculant les dimensions de toutes ces couches intermédiaires élastiques à obtenir toujours la charge spécifique correspondant exactement au matériel employé. Si elle est trop forte, le matériel est comprimé et perd son élasticité; si elle est trop faible, la fréquence de résonance est trop élevée.



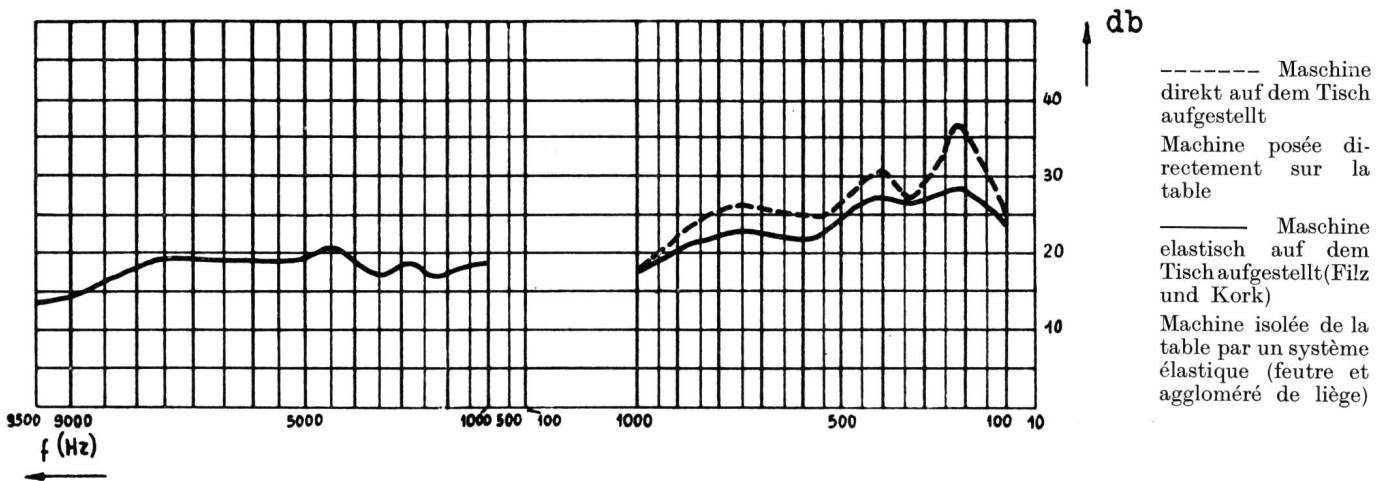
Fig. 7. Rechenmaschine mit geräuscharmer Aufstellung
Machine à calculer avec dispositif anti-bruit

La disposition indiquée à la figure 7 a donné les résultats suivants:

	Vitesse de vibration du plateau de la table	Pression acoustique
Machine posée directement sur la table	1,65 mm/s	74 db
Machine isolée de la table par un système élastique	0,71 mm/s	70 db

La figure 8 montre le spectre sonore de la même machine mesuré dans les deux cas. Il en ressort que le son d'impact se compose avant tout de fréquences moyennes et basses et l'on voit clairement que celles-ci sont efficacement amorties par le dispositif décrit. La part des hautes fréquences se compose presque exclusivement du son aérien rayonné directement et sur lequel le dispositif élastique ne peut avoir aucune influence.

La figure 9 montre les spectres de bruit mesurés dans la salle de l'office des chèques (fig. 1) pour onze machines travaillant en même temps. On voit clairement aussi, d'après ce résultat, que les fréquences moyennes et basses peuvent être amorties efficacement, tandis que les hautes fréquences représentent



hohen Frequenzen den direkt abgestrahlten Luftschall darstellen. Die geräuscharme Aufstellung in der beschriebenen Art hatte eine Schalldruckabnahme von 76 auf 72 db zur Folge, also wiederum um 4 db, wie dies bereits für eine einzelne Maschine gemessen wurde.

Zusammenfassung

Durch die Verlegung von zusätzlichem Absorptionsmaterial in dem beschriebenen Saal wird der durch die Rechenmaschinen erzeugte Schalldruck um etwa 3 db herabgesetzt. Die geräuscharme Aufstellung jeder einzelnen Rechenmaschine bringt eine weitere Schalldruckabnahme von 4 db, so dass sich durch diese beiden Massnahmen eine totale Lärmverminderung von 7 db ergibt. Im Vergleich zu den früher üblichen Sälen mit grösserer Raumhöhe ergibt sich für diesen neuen Saal eine Geräuschverminderung, die total 9...10 db beträgt. Auf den ersten Blick mag dieses Resultat zahlenmässig als bescheiden erscheinen; es ist dabei aber zu berücksichtigen,

Fig. 8. Geräuschanalysen einer einzelnen, arbeitenden «Monroe»-Rechenmaschine ohne und mit geräuscharmer Aufstellung (Durchlassbereich des Filters 50 Hz)

Analyses du bruit d'une seule machine à calculer «Monroe» avec et sans amortisseur de son impact (bande passante du filtre 50 Hz)

le son aérien rayonné directement. L'application du dispositif anti-bruit a eu pour conséquence de faire baisser de 76 à 72 = 4 db la pression acoustique, valeur qui avait déjà été mesurée pour une machine seule.

Résumé

La pose de matériel absorbant supplémentaire dans le local en cause a fait diminuer d'environ 3 db la pression acoustique engendrée par les machines à calculer. L'application d'un système élastique à chaque machine a fait diminuer encore cette pression de 4 db, de sorte que le bruit a été diminué au total de 7 db. En comparaison des anciennes salles de grande hauteur, la réduction de bruit dans la nouvelle salle est de 9 à 10 db au total. Si l'on ne con-

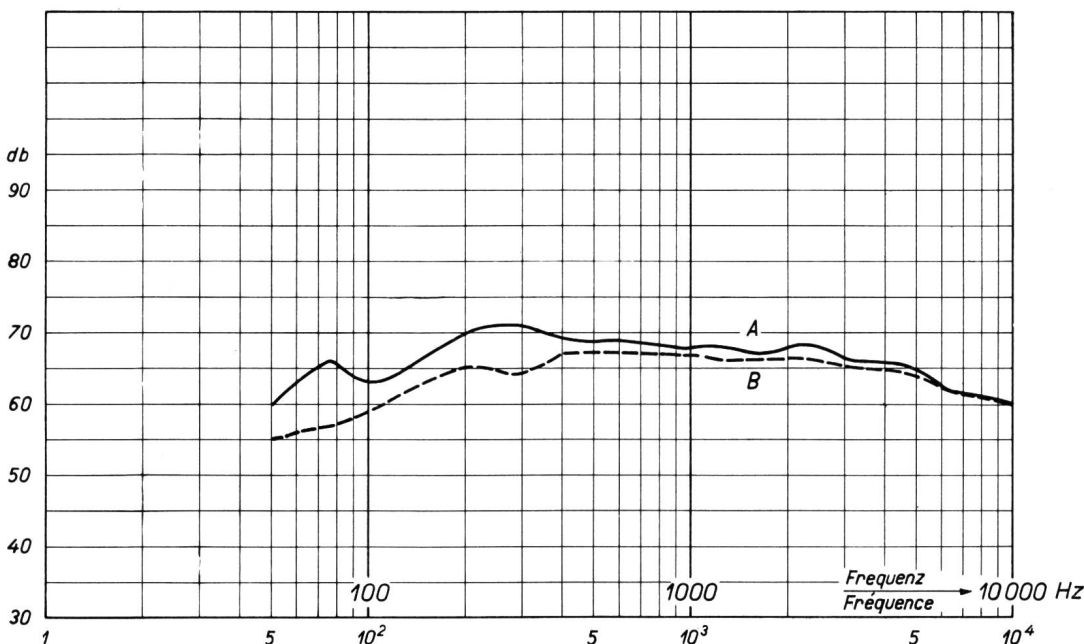


Fig. 9

Geräuschanalysen von elf gleichzeitig arbeitenden Rechenmaschinen ohne und mit geräuscharmer Aufstellung
Analyses du bruit de onze machines travaillant simultanément avec et sans amortisseur de son impact

A = Maschinen direkt auf Tischplatten
Machines posées directement sur la table
B = Maschinen geräuscharm aufgestellt
Machines isolées de la table par un système élastique

dass der db-Maßstab wenig geeignet ist, die subjektive Wirkung zu veranschaulichen. Im Bereiche der hier vorkommenden Lautstärken und Frequenzspektren entspricht eine Schalldruckabnahme von 9...10 db ungefähr einer subjektiv empfundenen Verminderung der Lautstärke um die Hälfte. Die Wirkung der beschriebenen Massnahmen wird daher als sehr deutlich und wohltuend empfunden, und die Betriebserfahrungen zeigen, dass die Arbeitsbedingungen dadurch sehr erheblich verbessert worden sind.

Variables 1/3-Oktav-Filter

Von G. Fontanellaz, Bern

534.374

Zusammenfassung. In neuerer Zeit werden die akustischen Nachhallmessungen vorteilhaft mit einem Rauschspektrum durchgeführt. Für die Aussiebung der einzelnen Frequenzen wird ein $\frac{1}{3}$ -Oktav-Filter mit veränderbaren Induktivitäten und Kapazitäten in T-Schaltung verwendet. Es besitzt 24 Durchlassstufen im Frequenzbereiche von 50...10 000 Hz und hat als Eingangs- und Ausgangsimpedanz 600 Ohm.

Einleitung

In der Raumakustik werden heute bei Nachhallmessungen noch die verschiedensten Schallquellen verwendet, wie zum Beispiel Knall, Einzelton, Heulton, Kombinationen von Einzeltönen und Rauschen.

Es zeigte sich aber, dass die Methode, bei der der Raum mit Rauschen erregt wird, gegenüber anderen Methoden Vorteile bietet. Durch das Rauschen wird jede Frequenz des Bandes gleichmässig angeregt. Die Willkür des Abschaltzeitmomentes hat keinen Einfluss mehr und die Streuungen der Resultate werden kleiner.

Bei der Verwendung eines Rauschgenerators als Schallquelle benötigt man aber zur Aussiebung der einzelnen Frequenzbänder entweder im Lautsprecher oder im Mikrophonkreis ein Filter. In den Richtlinien für akustische Messungen wird für diesen Zweck ein $\frac{1}{3}$ -Oktav-Filter empfohlen, dessen Bandmitten von 100...3200 Hz in Stufen variiert werden können. Im Durchlassbereich, das heisst bis zu $\pm \frac{1}{6}$ Oktav von der Mittelfrequenz, soll der Dämpfungsanstieg minimal sein. Ausserhalb des Durchlassbereiches soll die Dämpfung unter minimalem Aufwand schnell ansteigen.

Ein solches Filter kann selbstverständlich auch bei Analysen von Geräuschen wertvolle Dienste leisten. Es erlaubt, derartige Untersuchungen einfach und schnell durchzuführen.

Aufbau des Filters

Entsprechend einer weiteren Verwendungsmöglichkeit wurde ein veränderliches Bandfilter mit 24 Stufen im Bereiche von 50...10 000 Hz gesucht. Grundsätzlich könnten 24 getrennte Filter gebaut werden, die wahlweise eingeschaltet würden. Diese Lösungsart ist infolge des grossen Aufwandes unwirtschaftlich, bildete aber den Ausgangspunkt für die Berechnung. Die

sidère que ces chiffres, ce résultat semble à première vue bien modeste, mais il ne faut pas oublier que la mesure en db est peu propre à représenter l'effet subjectif. Pour les forces de son et les spectres de fréquences qui nous intéressent ici, une diminution de la pression acoustique de 9 à 10 db représente une diminution de moitié environ de la force du son ressentie subjectivement. Les mesures décrites ont donc un effet très sensible et bienfaisant, et les expériences faites dans l'exploitation montrent que les conditions de travail en ont été considérablement améliorées.

Filter variable à 1/3 d'octave

Par G. Fontanellaz, Berne

534.374

Résumé. Depuis quelque temps, les mesures de réverbération acoustique se font de préférence avec un spectre de bruit thermique. Pour filtrer les diverses fréquences, on utilise un filtre à $\frac{1}{3}$ d'octave avec inductances et capacités en T variables. Ce filtre possède 24 bandes passantes dans la bande de fréquences de 50 à 10 000 Hz et a une impédance d'entrée et de sortie de 600 ohms.

Introduction

En acoustique des salles, on utilise encore aujourd'hui, pour les mesures de réverbération, différentes sources sonores, comme, par exemple, les claquements, les sons purs, les sons modulés en fréquence, les combinaisons de sons purs et de bruits thermiques.

On a constaté cependant que la méthode qui utilise les bruits thermiques pour exciter le local présente certains avantages sur les autres méthodes. Chaque fréquence de la bande est excitée régulièrement. L'arbitraire du moment de déconnexion n'a plus aucune influence et la dispersion des résultats diminue.

Lorsqu'on utilise un générateur de bruit thermique comme source sonore, on doit filtrer les diverses bandes de fréquences au moyen d'un filtre placé soit dans le circuit du haut-parleur soit dans celui du microphone. Dans les directives pour les mesures acoustiques, on recommande à cet effet un filtre avec une bande passante de $\frac{1}{3}$ d'octave, dont le centre peut être déplacé par étages successifs entre 100 et 3200 Hz. Dans l'intervalle de fréquences transmis, c'est-à-dire jusqu'à $\pm \frac{1}{6}$ d'octave de la fréquence moyenne, l'augmentation de l'affaiblissement doit être faible. En dehors de l'intervalle de fréquences transmis, les moyens les plus simples doivent suffire pour faire monter rapidement l'affaiblissement.

Un filtre de ce genre peut naturellement rendre aussi de précieux services pour l'analyse des bruits. Il permet de faire ces contrôles simplement et rapidement.

Construction du filtre

Pour répondre aux nombreuses possibilités d'emploi, on a cherché à construire un filtre passe-bande