

Akustische Massnahmen im Kongresshaus Biel

Autor(en): **Cremer, L. / Furrer, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85 (1967)**

Heft 43

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-69560>

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.

Verzeichnis der am Bau beteiligten Firmen

Bauherr: Roche Sisseln AG, Sisseln

Projekt und Bauleitung: baulicher Teil: Preiswerk & Cie. AG, Ingenieure ETH/SIA, Basel; hydraulischer Teil: W. & J. Rapp AG, Ingenieurbüro, Basel

Beton-, Eisenbeton- und Vorspannarbeiten: Preiswerk & Cie. AG, Hoch- und Tiefbau, Basel

Vorspannsystem «Dywidag» der Dyckershoff & Widmann K.G., München
Behälterschaltung: Hoch- und Tiefbau AG, Aarau

Spritzbetonarbeiten: Sika Bau AG, Zürich

Gleitschalung: Acrow Construvit SA, Lyss

Hebearbeiten: Hebag AG, Tübach SG

Dichtungsfolie: Albert Iselin, Kunststoffe, Pratteln

Steig- und Fallrohre: Buss AG, Pratteln

Adressen der Verfasser: *Urs Schäfer*, dipl. Ing. ETH, SIA, in Firma Preiswerk & Cie. AG, Basel, Burgfelderstrasse 211, Postfach, Basel 25, und *Peter Sommer*, dipl. Ing. ETH, SIA, in Firma Hebag AG, 9327 Tübach SG, Goldacherstrasse.

Akustische Massnahmen im Kongresshaus Biel

DK 534.846:725.81

Von Prof. Dr. **L. Cremer**, Berlin, und Prof. **W. Furrer**, Bern

Am 28. Oktober 1966 wurde in Biel mit einem grossen Chor- und Orchesterkonzert ein etwa 10000 m³ umfassender Mehrzwecksaal eröffnet, der mit anderen, der Erbauung und Erholung dienenden Räumen, darunter einem grossen Hallenbad, unter dem gleichen kettenlinienförmigen Hängedach liegt¹⁾. Mag sich diese in unserer Zeit ungewöhnliche Kombination auch aus ökonomischen Erwägungen ergeben haben, so sei doch daran erinnert, dass das Theater von Epidauros zum Heiligtum des Askulap gehörte, das neben Tempeln auch Bäder und ein Stadion – freilich auf grösseren Raum verteilt – umfasste.

I. Probleme der Schallisolation

Wenn nun auch in Biel das Hallenbad im allgemeinen während abendlicher Konzertveranstaltungen geschlossen sein wird, so ist doch tagsüber mit Benützung des Saales, sei es für Kongresse, sei es für Konzertproben, zu rechnen. Das erste akustische Problem war daher, Störungen des «Konzertbetriebes» durch den «Badebetrieb» zu vermeiden. Nun hatte der Architekt, Max Schlup, von Anfang an beide Hallen durch ein grosszügig angelegtes Treppenhaus getrennt (Bild 1), und er war bereit, dessen Decke, wie auch die des Schwimmbades, schallschluckend zu gestalten, sofern ein augenfälliger Unterschied im Aussehen dieser Decken zu der – natürlich nicht schluckenden – Decke des grossen Saales vermieden werden konnte. Dies war durch Verwendung gleicher Furniere auf einerseits dünnen gelochten und anderseits dicken ungelochten Platten ohne weiteres möglich. Besonders hervorgehoben sei übrigens, dass die niedrige Decke der mit dem Treppenhaus verbundenen Eingangshalle und die Unterdecken seiner Galerien als schluckenden Belag ungestrichene, gepresste Holzspan-Platten aufweisen. Diese waren handwerklich so gut verarbeitet, dass dies dem Charakter einer festlichen Veranstaltung keinerlei Abbruch tut. Die Zwischenschaltung des Treppenhauses erlaubte die Luftschall-Dämmungen zwischen Bad und Treppenhaus und zwischen diesem und dem Saal zu addieren. Man konnte sich daher für die erste Trennung mit einer einfachen Glasplatte begnügen und so den reizvollen Blick vom Treppenhaus auf die grünlichen Wasserflächen freigeben. Die Trennung zwischen Saal und Treppenhaus erfolgte oben durch zwei Glasschalen, zwischen denen sich Kabinen für Dolmetscher, Tonmeister und Beleuchter befinden, die allerdings auf das, was im Saal geschieht, ihrerseits etwas Rücksicht nehmen müssen. Unten wurde im Interesse des Schallschutzes auf Glastüren verzichtet; nur neben den Türen bietet ein Doppelglasstreifen eine Einblickmöglichkeit.

Eine Erschwerung für die Luftschallabdichtung bedeutete die Forderung, dass das der Hitze und Kälte ausgesetzte Hängedach gegen die vertikalen Trennwände verschiebbar sein musste. Als bewegliche Dichtung wurde vom Architekten ein Balg, bestehend aus zwei armier-

ten Weich-PVC-Folien mit dazwischen liegender, 6 mm starker Kunststoff-Spachtelmasse (Gewicht 12 kg/m²) gewählt. Schliesslich sorgte eine bis in die Fundamente durchgehende Fuge zwischen Bad und Saal auch für die nötige Körperschalltrennung.

So gelang trotz der geforderten optischen Durchsichtigkeit zum gemeinsamen Dach zwischen Bad und Treppenhaus eine mittlere Schallpegelsenkung von 23 dB (bei 250 bis 1000 Hz), zwischen Treppenhaus und Saal eine solche von 33 dB; zwischen Bad und Saal übersteigt sie 50 dB, wobei dieser Wert in unmittelbarer Nähe der Türen gilt, und die Senkung zu den meisten Zuhörerplätzen und vor allem bis zum Podium eine viel grössere ist. Wenn man vom Saal aus einen Springer vom 3 m-Brett beobachtet, so ist sein Aufschlag auf das Wasser überhaupt nicht zu hören, dagegen gerade noch das Wiederaufschlagen des Sprungbrettes. Es wäre leicht möglich, auch diesen letzten Rest noch durch schallweiche Unterlagen zu vermeiden. Es wird dies aber kaum geschehen, solange nur die akustischen Berater daran Anstoss nehmen! Für Bauherrn und Architekt mag diese gerade noch beobachtbare Erscheinung ein beruhigender Beweis dafür sein, dass auch kein zu grosser Aufwand für Schallisolation getrieben wurde.

Mehr Sorgen bereiteten von Anfang an die grossen seitlichen Glasflächen des Saales, die an verkehrsreichen und daher lärmigen Strassen liegen. Da gefordert war, dass Kongressveranstaltungen bei Tageslicht stattfinden können, mussten hier zwei Glasschalen (12 mm und 8 mm) in grossem Abstand (1,1 m) gefordert werden. Diese Bedingung kam dem Umstand entgegen, dass zwischen den Scheiben ein an den Zuhörern vorbeiführender Weg zu dem über dem Vorplatz auskragenden Podiumteil geschaffen werden musste (Bild 2).

Aber selbst diese doppelschalige Konstruktion konnte nicht verhindern, dass ein lauter Motorradfahrer oder Lastwagen die ganze Stimmung eines verklingenden Pianissimo im Konzertsaal gefährden könnte. Da nun ohnehin Verdunkelungsvorrichtungen notwendig waren, wurde ein System von drehbaren Blenden oder Lamellen entwickelt (Bild 3), die im geschlossenen Zustand gegen den Saal volle, gegen die Fensterflächen perforierte Aluminiumplatten mit absorbierenden Faserstoffen im Zwischenraum aufweisen. So wurde es möglich, die weniger kritischen Kongressveranstaltungen bei Tageslicht, das heisst bei geöffneten, mehr oder weniger horizontal gestellten Blenden, die empfindlicheren Konzertveranstaltungen dagegen bei Kunstlicht, das heisst bei geschlossenen, senkrecht gestellten Blenden durchzuführen. Die drehbaren Blenden erwiesen sich ausserdem für die nachfolgend behandelten Probleme der Form und der Nachhallgestaltung als sehr vorteilhaft.

II. Probleme der Raumform

Die beiden seitlichen Glaswände boten wegen ihrer strengen Parallelität auch Probleme der geometrischen Akustik, indem sich zwischen ihnen «Flatterechos» ausbilden konnten. Um diese Gefahr

¹⁾ SBZ 1967, H. 23, S. 410–412; «Bauen + Wohnen» 1967, H. 2.

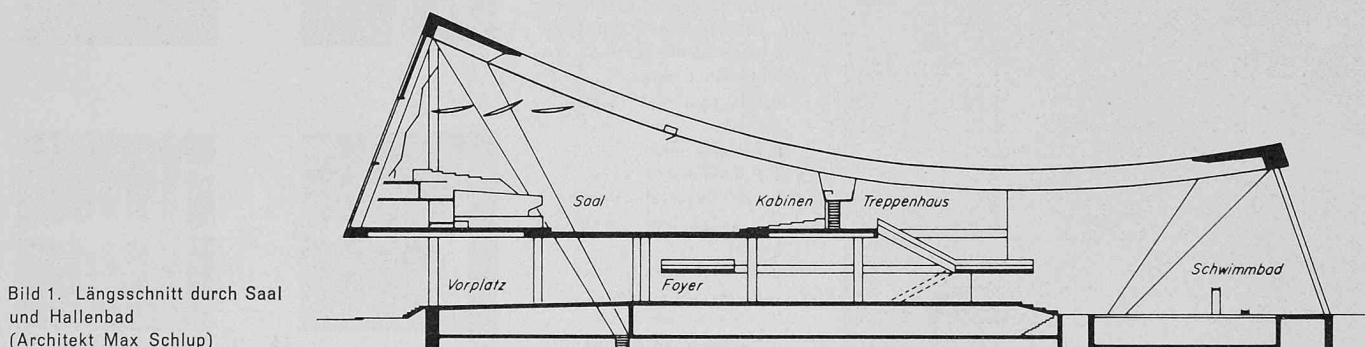


Bild 1. Längsschnitt durch Saal und Hallenbad (Architekt Max Schlup)

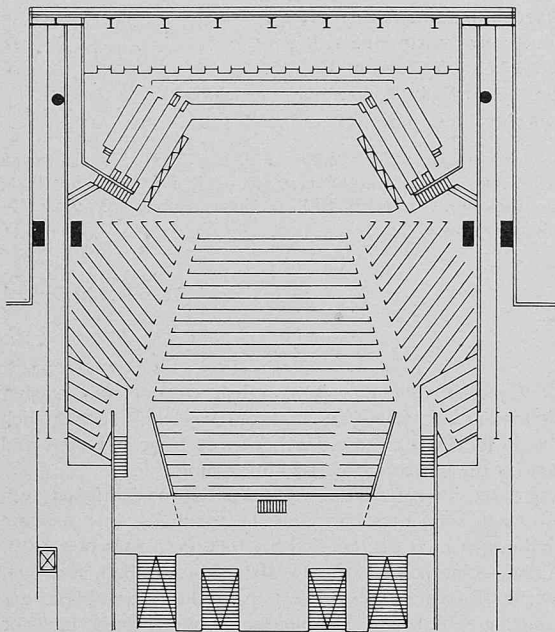


Bild 2. Grundriss und Platzanordnung im grossen Saal

zu verringern und um möglichst eine allseitige («diffuse») Schallwellenverteilung zu erhalten, hat man neben dem Podium und neben den ihm gegenüberliegenden Eingängen Emporen vorgesehen. Ausserdem wurde die vom Podium zum Eingang fallende Hängedecke nicht glatt ausgeführt, sondern durch tiefe Rillen unterbrochen, um den fast quadratischen Grundriss seitlich durch Zwischenreflexe zu unterbrechen. In diesen Rillen liegen auch die Mündungen der Ventilationskanäle. Ferner erhielt die gegen das Podium geneigte Stirnwand (das ist die Wand hinter dem Podium) eine lebhaftere Auflockerung durch gegeneinander versetzte, zickzackförmige Holzflächen.

Es stellte sich heraus, dass dies alles nicht ausreichte, um die nachteilige Wirkung der grossen parallelen Seitenwände aus Glas ganz auszuschalten. Dabei war vor allem erstaunlich, dass man bei Schüssen auf dem Podium das Flatterecho nicht nur zwischen Sender und

Wand, sondern auch im hinteren Saalteil hören konnte. Hier begünstigte die fallende Hängedecke zusammen mit der schluckenden Stuhlfläche den zweidimensionalen Charakter der Reflexionsfolge. Die erwähnten Blenden erwiesen sich nun als ein ausgezeichnetes Mittel zur Abhilfe. Wenn man nämlich diese nur soweit schräg stellt, dass dadurch 2 cm breite Schlitze zwischen ihnen frei bleiben, werden dadurch bei hohen Frequenzen die Schallstrahlen genügend nach unten abgelenkt, um nicht wieder die gegenüberliegende Wand zu treffen, während sich die Schallwellen tieferer Frequenzen durch die Schlitze beugen und nach Reflexion an der Glaswand geschwächt zurückkehren. Diese Massnahme braucht im übrigen nur bei Einzelschallquellen, zum Beispiel Solistenkonzerten, ergriffen zu werden. Verteilte Schallwellen (Chor, Orchester) erweisen sich als sehr viel unempfindlicher gegenüber solchen Form-Eigenheiten.

Ein erstes Vorprojekt sah vor, aus verkehrstechnischen Gründen das Podium gleich an das Treppenhaus anzuschliessen. Es erwies sich aber als unmöglich, dort noch eine für eine Klangentfaltung hinreichende Deckenhöhe zu erreichen. Ausserdem wäre in diesem Falle auch nur ein sehr kleiner Deckenausschnitt als nützliche, nämlich zu den Zuhörern reflektierende Fläche anzusehen gewesen. Für ein unter dem hohen Deckenteil angebrachtes Podium aber wirkte die fallende Decke bei horizontaler Zuhörerfläche etwa wie eine horizontale Decke über ansteigender Zuhörerfläche, wie sie zum Beispiel das Bayreuther Festspielhaus aufweist.

Bei einem eingehenden Studium dieser Raumform zeigte es sich, dass über dem Podium Reflektoren notwendig sind, denen primär die Aufgabe zufällt, die Decke und die Stirnwand so abzuschatten, dass die von diesen Stellen zurückgeworfene Schallenergie, die gegenüber dem direkten Schall eine unzulässige Verspätung aufweisen würde, unterdrückt wird; sekundär haben die Reflektoren auch für den unentbehrlichen akustischen Kontakt der Musikgruppen unter sich sowie mit dem Chor zu sorgen.

Wenn es auch möglich gewesen wäre, die zweckmässige Lage, Neigung, Form und Grösse dieser freihängenden Reflektoren am Reissbrett zu entwickeln, so bedeutete doch eine Untersuchung anhand eines im Institut für Technische Akustik der Technischen Universität Berlin entwickelten Lichtstrahlen-Modells im Massstab 1:50 eine Erleichterung²⁾.

²⁾ Das optische wie auch das später erwähnte akustische Modell wurden von B. v. Fischern im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelt und ausgewertet.

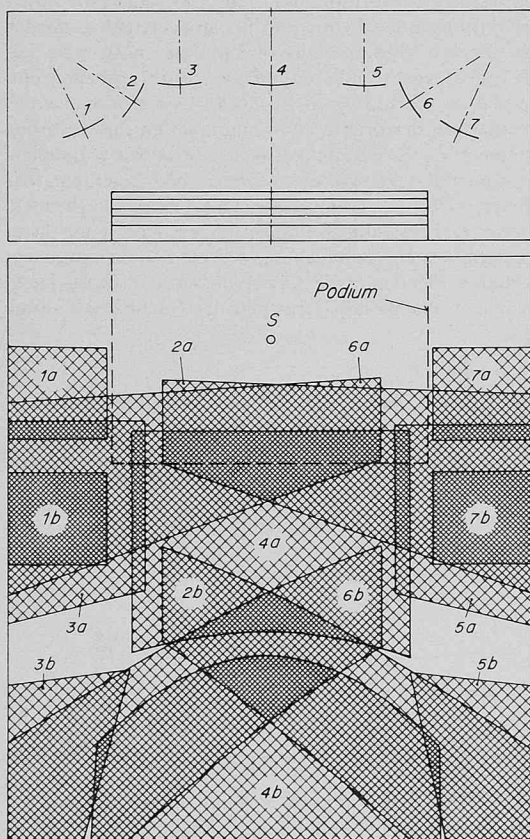


Bild 4 (links). Beispiel einer Auswertung der optischen Modellversuche. (Die mit 1 bis 7 bezeichneten Reflektoren hängen in zwei Reihen a und b hintereinander)

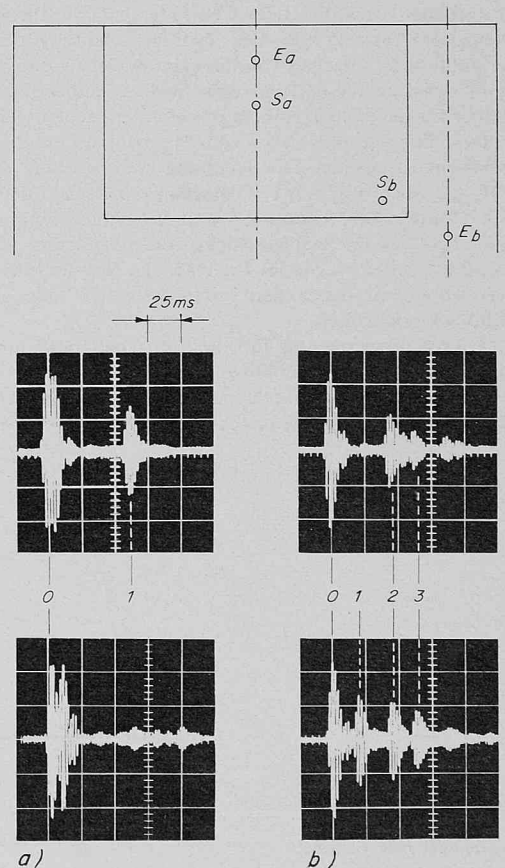


Bild 5 (rechts). Echogramme aus dem akustischen Modell 1:16 bei schluckendem Boden mit schluckenden Seitenwänden. Der Zeitmassstab entspricht dem Original

a) Sender bei Sa, Empfänger bei Ea
 0 direkter Schall
 1 Reflexion von Decke, bzw. Decke und Stirnwand

b) Sender bei Sb, Empfänger bei Eb
 0 direkter Schall
 1 Reflexion am Reflektor 7b
 2 Reflexion an Decke
 3 Reflexion an Stirnwand

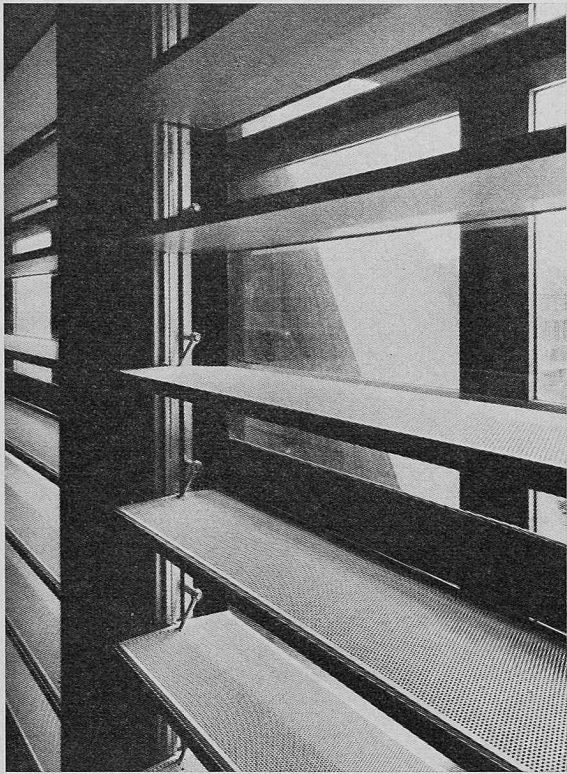


Bild 3. Drehbare Blenden zur Verdunklung, Schallisolation und Nachhallregulierung

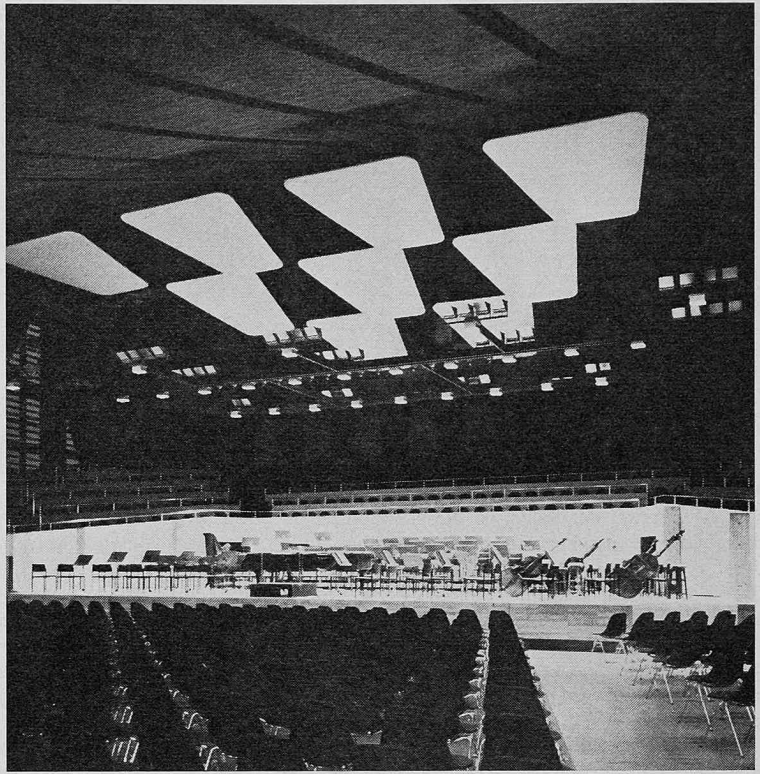


Bild 6. Blick gegen das Podium mit den Reflektoren

In diesem Modell wurden die aus Aluminium gebogenen Reflektoren mit verschiedenfarbigen Folien beklebt. Auf dem transparenten Papier, das die Zuhörerebene bildete, waren so die Gebiete, die von den Rückwürfen der verschiedenen Reflektoren bedeckt wurden, leicht zu unterscheiden. Zunächst hat man die Krümmungsradien und Neigungen so gewählt, dass nur geringe Lücken der bestrahlten Fläche und zugleich nicht zu viele Überdeckungen auftraten; dabei durften die Reflektoren in der Projektion nur 50% der Deckenfläche abdecken, um eine Entkopplung des Raumes darüber zu vermeiden. Bild 4 zeigt ein Auswertungsbeispiel für 7×2 Reflektoren, die oben in den Saalquerschnitt schematisch eingezeichnet sind, wobei man sich eine Reihe a über Podiummitte und eine Reihe b über Podiumvorderkante vorzustellen hat. Der Sender befand sich bei S, 8 m hinter der Vorderkante des Podiums auf einem Choristenplatz. Die schraffierten Flächen im Grundriss lassen die Reflexionsgebiete der einzelnen Reflektoren erkennen, wobei Mehrfachbedeckungen in engerer Schraffierung angelegt sind.

Optische Modelle haben aber bekanntlich den Nachteil, dass sie nicht erkennen lassen, mit welchen Verzögerungen die Reflexionen eintreffen. So würde zum Beispiel die Ausleuchtung von Podium und Zuhörerfläche über Stirnwand und Decke eine ideale Reflexionsverteilung vortäuschen. Es sind daher akustische Modellversuche im Massstab 1:16 durchgeführt worden, wobei diesmal auch Stirnwand und Decke aus Hartfaserplatten bestanden, um deren Einfluss zu erfassen. Um einfach auszuwertende Echogramme zu erhalten, hat man aber neben dem mit Zuhörern bedeckten Boden auch die Seitenwände schallschluckend gestaltet. Leider wurde darauf verzichtet, sie später auch noch einzubeziehen, sonst wäre man auf die durch die fallende Hängendecke begünstigten Flatterecho-Erscheinungen schon am Modell bei der Abhörung mit auf $\frac{1}{16}$ herabgesetzter Bandgeschwindigkeit gestossen. Diese Erfahrung lehrt, dass selbst bei einfach erscheinenden Anordnungen nicht an Modellversuchen gespart werden sollte. Bild 5 zeigt zwei Beispiele der damit erhaltenen Echogramme. Bei den Aufnahmen a) befand sich der Sender an der schon in Bild 4 markierten Stelle und der Empfänger direkt vor der Stirnwand, auch in Saalmitte. Hier folgt im oberen, ohne Reflektoren aufgenommenen Echogramm, dem direkten Schall nach einer unzulässig langen Laufzeit von fast 60 ms im Original eine kräftige Reflexion von der Decke, bzw. von der Kombination Decke-Stirnwand. Das untere Echogramm lässt erkennen, wie dieses «Echo» nach Einbringung der Reflektoren abgedeckt ist.

Bei den Aufnahmen b) befand sich der Sender seitlich am vorderen Rand des Podiums, der Empfänger auf der gleichen Seite nahe der

Seitenwand in einer der ersten Zuhörerreihen. Hier zeigt der Vergleich zwischen oberem und unterem Echogramm, wie die Lücke zwischen direktem Schall und Deckenreflexion durch einen Rückwurf des Reflektors 7b (Bild 4) vorteilhaft ausgefüllt wird.

Im grossen und ganzen liessen die Modellversuche erkennen, dass man seitlich mit weniger Reflektoren auskam, während in Längsrichtung eine Aufteilung in drei Reihen zweckmässig erschien.

Bei der Festlegung von Zahl und Form der Reflektoren, die erst nach der endgültigen Gestaltung der höher gelegenen Sitzreihen neben dem Podium erfolgen konnte, und die aus Bild 6 zu entnehmen ist, waren natürlich auch architektonische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Akustisch wichtig ist indessen nur ihre Neigung. Diese wurde nun nicht mehr nur am optischen Modell, sondern im Original mit Hilfe eines Richtstrahlers festgelegt³⁾, wobei ein zur Hauptstrahlungsrichtung paralleler Lichtstrahl auf dem angepeilten Reflektor einen Lichtfleck markierte und man nach dem Gehör das Gebiet unter den Zuhörerplätzen oder auf dem Podium absuchte, in das der Schallstrahl zurückgeworfen wurde. Am besten eignet sich hierfür ein breitbandiges Rauschen, weil das Ohr auf Klangfarbenänderungen empfindlicher reagiert als auf Lautstärkeänderungen. Man findet so verhältnismässig leicht die Stellen, wo das Rauschen am «schärfsten» klingt.

Die Reflektoren wurden unterseitig mit einem Leinenstoff bedeckt, um das gelegentlich zu beobachtende Hervortreten höchster Frequenzen zu vermeiden, die bei den Geigen in den Anstrichgeräuschen, bei den Bläsern in den Pustgeräuschen enthalten sind. Die Stoffbezüge dienten auch dem Aussehen der Reflektoren, die hier bewusst in die architektonische Gestaltung einbezogen sind und sogar von Scheinwerfern angestrahlt werden.

III. Probleme des Nachhalls

Bekanntlich ist die Nachhallzeit ein sehr wichtiges akustisches Kriterium für einen Raum, wobei ein wesentlicher Unterschied besteht, ob es sich um Sprache oder Musik handelt. V. O. Knudson und S. Lifshitz gaben schon 1929/32 als optimale Nachhallzeit eines Konzertsaals von etwa 10000 m^3 1,7 s an. W. Kuhl⁴⁾ kam später aufgrund umfangreicher subjektiver Beurteilungen zu analogen Schlüssen, wobei er zwischen romantischer Musik (Brahms) mit 2,1 s und klassischer Musik (Mozart) mit 1,5 s unterschied und als besten Kompromiss wiederum auf 1,7 s kam.

³⁾ A. v. Meier und P. Zimmermann, «Acustica» 17 (1966), S. 301.

⁴⁾ W. Kuhl, «Acustica» 4 (1954), S. 618.

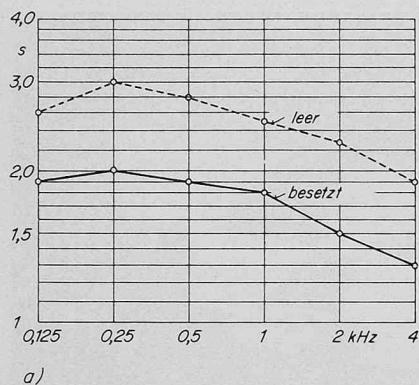
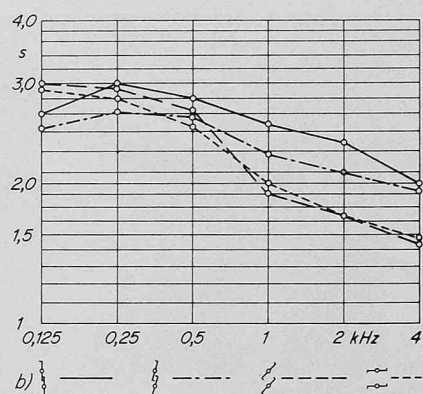


Bild 7a (links). Gemessene Nachhallzeiten bei leerem und besetztem Raum (Blenden geschlossen)

Bild 7b (rechts). Bei leerem Raum geschlossene Blende mit 2 cm Schlitzten unter 45° geöffnete Blenden horizontal liegende Blenden



Da die Nachhallzeit eines Raumes nach Sabine proportional seinem Volumen und umgekehrt proportional der vorhandenen Absorption ist, und da ferner die Zuhörer den überwiegenden Anteil der Absorption darstellen, ist die Nachhallzeit in erster Annäherung durch das Volumen je Platz bestimmt: bei etwa 8 bis 9 m³ je Platz lässt sich gewöhnlich die optimale Nachhallzeit für Musik erreichen, während dies für kleinere Volumina je Platz meist nicht mehr möglich ist.

Die vorgesehene Zahl von 1240 Sitzplätzen ergab bei dem vorhandenen Volumen von 10400 m³ einen Luftraum von etwa 8,5 m³ je Platz (ohne Musiker), liess also die Erreichung einer für Konzerte angemessenen Nachhallzeit als aussichtsreich erscheinen. Fraglich war lediglich, ob die fallende Hängedekke nicht dazu führt, dass der hintere Teil des Zuhörerraumes als schluckende Sackgasse aufzufassen ist, aus der nichts mehr zurückkommt, und dass so die einfachen statistischen Formeln nicht mehr zulässig sind. Es wurde daher eine Bestuhlung empfohlen, die – besetzt – dem Schall kaum noch zusätzliche Schluckflächen bietet. Da die Bestuhlung für Bankette, Kongresse, usw. leicht entfernbar sein musste, wählte der Architekt einen Stapelstuhl aus Fiberglas mit Polsterstoff aus Nylongewebe, bei dem Sitzfläche und Lehne eine ineinander übergehende Mulde bilden, die nur auf der Innenseite ein flaches Polster aufwies (Bild 6). Nachhallmessungen in einem kleinen Vortragssaal mit und ohne Bestuhlung ergaben als äquivalente Absorptionsfläche je Stuhl die relativ geringen Werte der Tabelle 1. Dementsprechend unterscheiden sich die in Bild 7a wiedergegebenen Nachhallzeiten des leeren und des mit 180 Sängern, 30 Musikern und Zuhörern vollbesetzten Saales mehr als in Sälen mit den heute üblichen Polstersitzen. Da das Haus aber noch über zwei kleinere Säle verfügt, kann vermieden werden, dass Veranstaltungen, die wesentlich weniger Zuhörer erwarten lassen, im grossen Saal stattfinden. Auf der anderen Seite wurde dank dieser Stühle eine ausreichende Nachhallzeit für Symphonie- und Chorkonzerte erzielt, was mit einer mehr Polsterflächen aufweisenden Bestuhlung kaum mehr möglich gewesen wäre.

Die Werte von Bild 7a zeigen, dass die optimale Nachhallzeit gut erreicht wurde: Bei 1 kHz (1000 Hz) beträgt die Nachhallzeit mit Publikum 1,8 s; der Mittelwert für die drei wichtigsten Oktaven zwischen 0,5 kHz (500 Hz) und 2 kHz (2000 Hz) beläuft sich auf 1,7 s.

Der kleine Abfall nach tiefen Frequenzen, oder – im Hinblick auf die Messunsicherheit in diesem Bereich besser gesagt – das Nicht-ansteigen der Nachhallzeit gegen tiefe Frequenzen geht auf die grossen mitschwingenden Flächen an Decke, Stirnwand und Seiten zurück. Durch Wahl 4 cm dicker Novopan-Platten für die grosse Deckenfläche konnte aber vermieden werden, dass dieser Abfall noch bedeutender wurde.

Für die Verwendung des Saales als Kongress- und Vortragssaal ist vor allem die Verständlichkeit des gesprochenen Wortes massgebend. Hiefür hat V. O. Knudson 1929 eine optimale Nachhallzeit von 1,0 bis 1,2 s bestimmt; dieser Wert ist aber nicht sehr kritisch, da sich auch bei 2,0 s die Silbenverständlichkeit vom erreichbaren Maximum von 80% nur auf etwa 75% vermindert. Hier können nun die erwähnten drehbaren Lamellen gute Dienste leisten.

Tabelle 1. Äquivalente Absorptionsfläche F pro Stuhl bei verschiedenen Frequenzen ω

F	0,07	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	m ²
ω	125	250	500	1000	2000	4000	Hz

Bild 7b zeigt, wie weit die Nachhallzeit des leeren Raumes durch die Verstellung der Blenden beeinflussbar ist. Bereits eine Öffnung, die nur 2 cm breite Schlitzte offen lässt, senkt die Nachhallzeit merklich, bei 1000 Hz von 2,5 auf 2,2 s, also um 0,3 s. Bei weiterer Öffnung der Blenden erreicht man sogar bei 1000 Hz eine Senkung auf 1,9 s. Der für die Kongressveranstaltungen erwünschte Übergang zum Tageslicht führt somit gleichzeitig zur ebenfalls bei Sprachdarbietungen erwünschten Nachhallzeitverkürzung. Bei Theatervorstellungen, die am Abend bei geschlossenen – oder besser fast geschlossenen – Blenden stattfinden, kann man mit dem Vorhangstoff, der am Beleuchtungstrahmen (Bild 6) angebracht wird, rechnen, dass etwa die gleiche Änderung entsteht.

Bei 125 Hz steigt beim weiteren Öffnen der Blenden die Nachhallzeit etwas an, weil Schlitzte und Raum dahinter nicht mehr als Helmholtz-Resonator wirken, sondern nun die Glasfläche unmittelbar reflektiert.

Während sich bei der kleinsten Öffnung der Blenden verhältnismässig grosse akustische Unterschiede erzielen lassen, spielt es praktisch fast keine Rolle mehr, ob sie unter 45° geneigt sind oder ganz horizontal stehen. In diesem Bereich kann die Einstellung ausschliesslich nach optischen Gesichtspunkten gewählt werden. Wie bei allen beweglichen Elementen besteht auch hier die Gefahr, dass sie – trotz eines allen Gesichtspunkten Rechnung tragenden «Fahrplans» – auch einmal unzuweckmässig eingestellt sind.

Die Verfasser sind den Herren Nutsch (Berlin) und P.-H. Werner (Bern) für ihre Unterstützung bei den erwähnten Nachhall- und Isolationsmessungen zu Dank verpflichtet. Darüber hinaus haben sie Herrn Nutsch auch für seine Mithilfe bei Beratungen und Bauüberwachung zu danken.

Adresse des zweitgenannten Verfassers: Prof. W. Furrer, 3000 Bern, Aebistrasse 1.

Mitteilungen

Persönliches. Anlässlich des Deutschen Ingenieurtagess 1967 in Düsseldorf verlieh der Verein Deutscher Ingenieure seine höchste Auszeichnung, die Grashof-Denkünze, an Professor Dr. Herwart Opitz, Aachen, und Dr. Fritz Kesselring, Zürich. Professor Opitz, Hochschullehrer für Werkzeugmaschinen, Betriebsorganisation, Fertigungstechnik, feinmechanische Fertigung und Metallbearbeitung und Direktor eines grossen Forschungsinstituts der Technischen Hochschule Aachen, hat als einer der führenden und international hochangesehenen Fachleute die wissenschaftliche Entwicklung und die technische Erziehung wesentlich gefördert. Kollege Kesselring, der unseren Lesern als Leiter der drei SIA-Tagungen über das Konstruieren bestens bekannt ist, hat als Entwicklungsleiter von grossen Fabrikationsbetrieben und von Forschungslaboratorien der Elektroindustrie mit reicher Gedankenfülle und auf wissenschaftlich exakter Grundlage schöpferische Arbeit grundsätzlicher Art geleistet und der Elektrotechnik neue Wege gewiesen. Er hat darauf hingewirkt, dass bei den Arbeiten des Konstrukteurs theoretische Überlegungen und praktische Durchführung Hand in Hand gehen. In einmaliger Weise hat er in seinem beruflichen Wirken durch Bücher und Schriften und in der technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit des VDI die wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der Konstruktionslehre beeinflusst oder neu gestaltet. Wir beglückwünschen die beiden Ingenieure herzlich zur hohen Ehrung, die ihnen zuteil wurde. – Anstelle des zurückgetretenen Eduard Binkert, Bern, wählte die diesjährige Generalversammlung des SEV Roland Richard,