

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 121/122 (1943)
Heft: 24

Artikel: Tonhalle und Kongresshaus in Zürich: akustische Massnahmen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53109>

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: 17.03.2025

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

Tonhalle und Kongresshaus in Zürich

Akustische Massnahmen¹⁾

(Fortsetzung von Seite 284)

1. Schalldämpfungen

Im neuen Kongresshaus sind mehrere sehr grosse Räume entstanden, die primär weder für Vorträge noch Konzerte bestimmt sind, in denen sich aber gelegentlich sehr viele Menschen aufhalten: die beiden grossen Foyers und der Gartensaal. Zum Komfort solcher Räume gehört neben den selbstverständlichen Anforderungen an Heizung, Lüftung, Beleuchtung usw. zweifellos auch die «akustische Konditionierung».

Wenn in einem Raum eine Schallquelle ertönt, so ist die sich einstellende Lautstärke eine Funktion der akustischen Absorption oder der Nachhallzeit dieses Raumes. Es muss also möglich sein, in einem Raum mit bestimmten Schallquellen durch Vergrösserung der Schallschluckung der Wände die Lautstärke zu verringern. Da man sich von dieser Möglichkeit oft sehr übertriebene Vorstellungen macht, ist es nötig, die Verhältnisse quantitativ etwas näher zu betrachten.

Stellen wir uns einen Raum vor, in dem eine Schallquelle, beispielsweise ein Lautsprecher von der Leistung W betrieben wird. In einer Entfernung r vom Lautsprecher beträgt die direkt abgestrahlte Schallenergiedichte $E_d = A_d \frac{W}{r^2}$, wobei A_d eine Konstante bedeutet. Dazu addiert sich nun noch der von den Wänden, der Decke usw. zurückgeworfene Energieanteil, der sich zu $E_r = A_r \frac{T}{V}$ berechnet, wobei T die Nachhallzeit und V das Volumen des Raumes sind. Die Grösse dieses Energieanteils ist für jeden Punkt des Raumes gleich. Man hat sich also die Schallenergieverteilung im Raum folgendermassen vorzustellen: Mit zunehmender Entfernung von der Schallquelle sinkt die Energiedichte zunächst ab, bis in einem gewissen Abstand von der Quelle der Wert E_r erreicht wird, der sich dann im ganzen übrigen Raum nicht mehr ändert. Durch das Anbringen von Schallschluckmaterial im Raum ist es nun möglich, den reflektierten Energieanteil E_r zu verkleinern, während der direkt von der Schallquelle abgestrahlte Anteil dadurch natürlich nicht beeinflusst wird. Wie bereits ausgeführt wurde, ist die Energiedichte des reflektierten Anteils der Nachhallzeit des Raumes direkt proportional. Wenn also beispielsweise durch Verdoppelung der Schallabsorption die Nachhallzeit auf die Hälfte verkürzt wird, sinkt auch die Energiedichte auf die Hälfte ab. Da die Lautstärke in logarithmischem Masstab gemessen wird, nimmt sie um 3 Phon ab. Entsprechend ist für eine Abnahme der Lautstärke um 6 Phon eine 4 mal grössere Schallabsorption notwendig.

Aus diesem Zahlenbeispiel geht sofort hervor, dass die Absorption eines Raumes sehr beträchtlich erhöht werden muss, um die Lautstärke wesentlich herabzusetzen. Glücklicherweise kommt nun noch ein Effekt hinzu, der subjektiver Art ist: In einem stärker gedämpften Raum wird unwillkürlich auch leiser gesprochen, sodass sich daraus eine weitere Lautstärkeabnahme ergibt. Wenn es sich also um menschliche Schallquellen handelt, ist die wirklich erreichte Lautstärkeverminderung erfahrungsgemäss noch etwa 2 bis 3 Phon grösser als die errechnete.

In Bureaux, Telephonzentralen und ähnlichen Betriebsräumen wird dem Problem der Schallkonditionierung aus Gründen der Arbeitshygiene schon seit geraumer Zeit volle Aufmerksamkeit geschenkt²⁾. Beim Bau des Kongresshauses war die Problemstellung insofern etwas verschieden, als die ästhetischen Gesichts-

¹⁾ Für die Gestaltung des Kongress-Saals wirkten als Berater in akustischen Fragen P.-D. Ing. F. M. Osswald (Wintertur), Arch. L. Villard (Montreux) und Arch. van Loghem (Holland). Red.

²⁾ W. Furrer: Geräuschdämpfung in Betriebsräumen, «Techn. Mittg. TT-Verwaltung» Nr. 3, 1938.

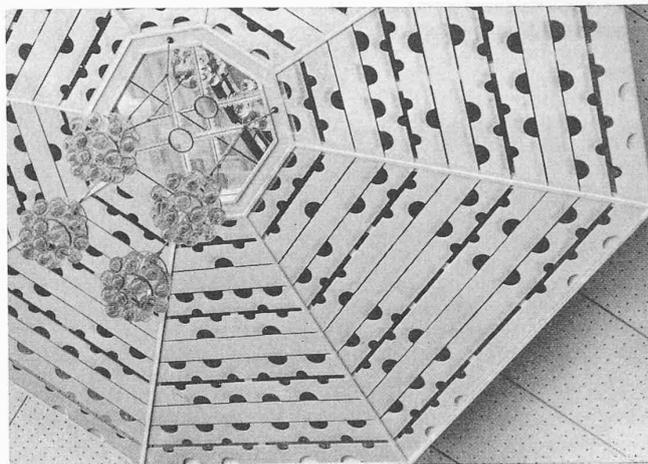


Abb. 57. Durchbrochene, achteckige Rosetten aus Holz als Träger der Glasseide; gelochte Gipsplatten zur Frischluftzuführung

punkte in den Vordergrund traten. Gleichzeitig musste äusserste Sparsamkeit geübt werden, sodass in erster Linie die Materialfrage und dann die Frage des Anbringungsortes einiges Kopferbrechen verursachte.

In den beiden Foyers konnten die Decken für die Anbringung von Schallschluckmaterial nur zu einem kleinen Teil benützt werden, da durch die feingelochte Gipsplattendecke die Frischluft eingeblasen wird (Abb. 57); schallabsorbierende Glasseidematten befinden sich einzig hinter den hölzernen, durchbrochenen Rosetten. Dagegen standen vor allem die Unterseiten der Galerien zur Verfügung (Abb. 58). Schallschluckstoffe aus Holzfasern oder Asbest schieden infolge ihres verhältnismässig hohen Preises aus, in Frage kamen einzig Glasseide oder Glaswolle, die aber in geeigneter Weise abgedeckt werden mussten. Es ist bekannt, dass zu diesem Zweck geeignet perforierte Platten verwendet werden können³⁾. Um die Frage Glasseide oder Glaswolle zu entscheiden, wurde die Absorption dieser beiden Materialien im Laboratorium gemessen und zwar auf der Basis des gleichen Preises pro m². Wie Abb. 59 zeigt, ergibt die 35 mm dicke Matte aus Glaswolle, welche gleich teuer war wie eine 12 mm dicke Matte aus Glasseide, ein ganz wesentlich besseres Schallschluckvermögen.

Als Abdeckung wurden *gelochte Gipsplatten* gewählt, die an Ort und Stelle gegossen wurden. Die Perforation beträgt rd. 15%, entsprechend den in der erwähnten Arbeit gefundenen Resultaten. Um die zum erstenmal durchgeführte Herstellung solcher Platten zu vereinfachen, wurde jedoch die Perforation zu *grob* ausgeführt (etwa 200 Löcher/m²). Wie die Messergebnisse zeigen, hatte dies eine beträchtliche Verminderung des Schallschluckvermögens der Glaswolle zur Folge (Abb. 59, Kurve 3). Da das Material an einer Unterseite verlegt werden musste war es unvermeidlich, dass zwischen der Glaswolle und der harten Decke ein Luftraum entstand, der ungefähr 20 cm betrug. Auch dieser Umstand hatte eine wesentliche Beeinträchtigung der Schallschluckung zur Folge (Abb. 60).

³⁾ W. Furrer: Schallschluckstoffe, s. «SBZ», Band 111, S. 216 (23. April 1938).

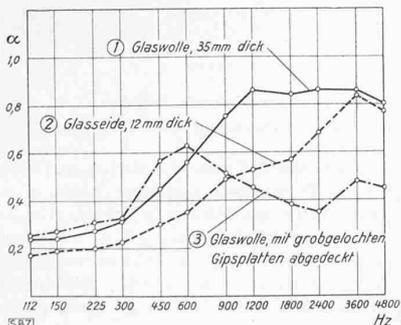


Abb. 59. Absorptionskoeffizienten, in Funktion der Frequenz, von Glasseide und Glaswolle (Materialien gleich teuer pro m²)

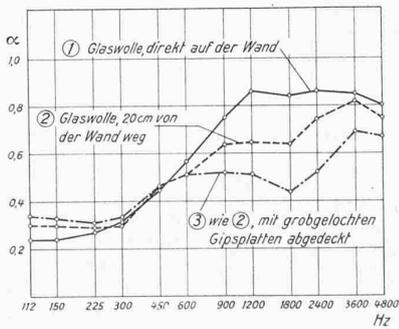


Abb. 60. Absorptionskoeffizienten, in Funktion der Frequenz, von verschieden verlegter Glaswolle

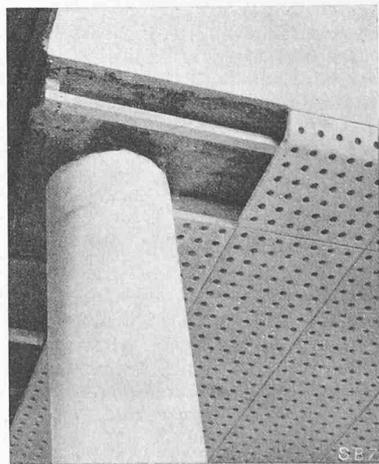


Abb. 58. Gelochte Gipsplatten als Träger des Schallschluckstoffes

Im Gartensaal gelang es, eine wesentlich feinere Perforation der Gipsplatten zu erreichen (etwa 430 Löcher/m²), sodass dort die Abdeckung die Absorption weit weniger vermindert.

Um die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen nachzuprüfen, wurden nach der Fertigstellung der Räume ihre Nachhallzeiten gemessen. Die ursprünglichen Nachhallzeiten der gleichen Räume ohne Schallschluckstoffe konnten leider nicht gemessen werden, da mit der Verlegung der Schluckstoffe schon begonnen werden musste, ehe die Räume fertiggestellt waren (Fenster, Türen usw.). Auf Grund zahlreicher Erfahrungen konnten diese Nachhallzeiten aber mit ausreichender Genauigkeit berechnet werden.

Die folgende Zusammenstellung enthält die Ergebnisse. Die angeführten Nachhallzeiten sind jeweils Mittelwerte über einen Frequenzbereich von 300 bis 2400 Hz.

| Raum | Volumen | Nachhallzeiten | |
|---------------|---------------------|------------------|-----------------------------|
| | | ohne (berechnet) | mit Schluckstoff (gemessen) |
| Kongressfoyer | 6000 m ³ | 4,5 ÷ 5 s | 1,82 s |
| Konzertfoyer | 6800 m ³ | 4,5 ÷ 5 s | 1,72 s |
| Gartensaal | 3300 m ³ | 4,0 s | 1,10 s |

Hieraus geht hervor, dass sich die Nachhallzeiten der Räume durch das Verlegen der Schallschluckstoffe um das 2,6- bis 3,6-fache vermindern liessen, was einer rechnerischen Senkung der Lautstärke von 4,1 bis 5,6 Phon und unter Berücksichtigung, dass die Schallquellen in diesen Räumen zur Hauptsache Menschen sind, von etwa 6 bis 9 Phon entspricht. Wer nicht an das Arbeiten mit Phon gewöhnt ist, dem mag das erreichte Resultat als sehr bescheiden vorkommen, in Wirklichkeit ist der Effekt aber sofort merkbar und wird als sehr angenehm empfunden.

2. Der grosse Tonhallsaal

Der grosse Tonhallsaal wurde bereits im Jahre 1936 akustisch untersucht, indem seine Nachhallzeit in Funktion der Frequenz im leeren und im besetzten Zustand gemessen wurde.⁴⁾ Es ist schon damals und später wieder⁵⁾ darauf hingewiesen worden, dass der Nachhallzeit eines leeren Konzertsaals nur eine durchaus untergeordnete Bedeutung zukommt, einzig und allein die akustischen Verhältnisse mit Publikum sind massgebend. Trotzdem war es im vorliegenden Falle interessant, objektiv festzustellen, ob die vorgenommene Renovation des Saales seine Nachhallzeit irgendwie beeinflusst habe. Aus den Kurven der Abb. 61 ist ersichtlich, dass die Nachhallzeit bei den tiefen und bei den hohen Frequenzen messbar zugenommen hat, wogegen sie bei den mittleren Frequenzen ungefähr gleichgeblieben ist. Die Zunahme bei den tiefen Frequenzen ist darauf zurückzuführen, dass ein neues, schwereres Podium eingebaut worden ist, dessen Resonanzfrequenz tiefer liegt, als es beim alten der Fall war, sodass seine Absorption bei Frequenzen um 100 Hz abgenommen hat. Die Zunahme bei den hohen Frequenzen rührt offenbar von der Reinigung der Wände und vom neuen Anstrich her.

Beide festgestellten Effekte sind als günstig anzusprechen, sodass die Akustik des Saales, die ja nicht vollständig unumstritten ist, jedenfalls durch die Renovation eher verbessert worden ist.

Dipl. Ing. W. Furrer, Bern

Schallschutzmassnahmen

Die Massnahmen, die in einem Gebäude mit derart mannigfaltiger Verwendung getroffen werden müssen, sind sehr umfangreich. Es sollten gleichzeitig ohne akustische Beeinflussung benützt werden können: 1. Tonhalle, grosser und kleiner Saal; 2. Stimmzimmer; 3. Solistenzimmer; 4. Kammermusiksaal; 5. Uebungssäle der Männerchöre (zusammen oder getrennt); 6. Bankettsaal; 7. Tagesrestaurant; 8. Kongress-Saal; 9. Bureaux; 10. Küche mit Office; 11. W.C.-Anlagen. Im Rahmen eines kurzen

⁴⁾ W. Furrer: Akustische Messungen in Konzertsälen, «Techn. Mittg. TT.-Verwaltung» Nr. 2, 1937.

⁵⁾ W. Furrer: Die Akustik der neuen Zürcher Radio-Senderäume «N.Z.Z.», 3. Januar 1940.

Berichtes lassen sich die getroffenen Massnahmen nicht einzeln beschreiben, es sollen vielmehr nur die Grundprinzipien an einigen typischen Beispielen gezeigt werden.

Vorausgeschickt sei, dass die Lösung der Aufgabe keinem Akustiker gelingen würde, der nicht auf grosses Verständnis seitens der bauleitenden Architekten zählen könnte, was allerdings hier in hohem Masse der Fall war. Grundbedingung ist eine geeignete Grundrissgestaltung⁶⁾, die übrigens schon im Wettbewerb für das Kongressgebäude stark von akustischen Gesichtspunkten abhing.

Noch vor Durchführung der Abbrucharbeiten gaben wir uns durch verschiedene Schallmessungen Rechenschaft über die Stärke der auftretenden Lärmquellen, um den projektierenden Ingenieuren sinngemässe Angaben über die notwendigen Konstruktionsstärken machen zu können. Denn akustische Massnahmen werden für den einzelnen Fall ganz verschiedenen Umfang annehmen, um den selben Zweck zu erreichen. Störschall, der eine Kammermusikaufführung sicher beeinträchtigt, ist für den Kongressbetrieb ungefährlich; der Bankettsaal muss von Küche und Office viel weniger sorgfältig getrennt werden als etwa die direkt unter dem Orchesterpodium liegenden W.C.-Anlagen vom Konzertsaal. Folgende Fälle seien besonders herausgegriffen:

1. Isolierung von Orgel und Orchesterpodium im alten Tonhallsaal. Die Orgel, die Cellos mit ihren Stacheln, Bassgeigen, Kesselpauken usw. erzeugen neben direktem Luftschall einen beträchtlichen Körperschall. Durch Verwendung von Gummizäpfchen-Belägen wurde das ganze Podium in der Hauptsache als schwimmende Konstruktion isoliert (restlos gelingt dies zwar bei einer Orgel nicht). Abstrahlung, d. h. Verwandlung von Körperschall in hörbaren Luftschall, findet vorwiegend an dünnen Bauteilen statt. Alle Abschlusswände sind daher, um solche Abstrahlungen zu vermeiden, mindestens in 12 cm Backstein aufgeführt oder in einer andern Konstruktion, die aber dem Gewicht einer solchen Wand entspricht. Aus den gleichen Gründen wurden Glasabschlüsse an exponierten Stellen nochmals für sich weich gelagert.

2. Senkung zwischen dem Kongress-Saal und seinem Foyer. Der Foyerbetrieb soll einen Vortrag im Kongress-Saal nicht stören. Es handelt sich vorwiegend um die Dämmung von Luftschall, sehr erschwert dadurch, dass in der Wand selbst noch sechs Türen eingebaut werden mussten. Doppelschalige Konstruktionen führen zum Ziel, wobei der Anordnung der unvermeidlichen Verbindungsstücke und den Falzdichtungen der beiden Schalen besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist. Die notwendige Luftdichtigkeit ist dabei nur mit speziellen gleitenden Federkonstruktionen zu erreichen. Die Wand, die mechanischen Antrieb besitzt, hat sich im Betrieb sowohl mechanisch wie akustisch gut bewährt.

3. Trittschallisolierung der Decke über dem Kammermusiksaal. Das Stühlerutschen von 100 bis 300 Sängern, die in den Uebungssälen zum Gesang antreten, soll das leiseste Piano eines Streicherquartetts im darunterliegenden Kammermusiksaal nicht stören. Nebst grossem Deckengewicht ist schwimmender Belag notwendig. Dieser ist doppelt angeordnet, mit dem Erfolg, dass der erwähnte Lärm im Kammermusiksaal nur noch etwa wie das Geräusch eines fern vorbeifahrenden Autos gehört wird, was nicht mehr störend wirkt. Bei noch sorgfältiger Vermeidung aller Schallbrücken hätte der Isoliereffekt sogar noch etwas erhöht werden können.

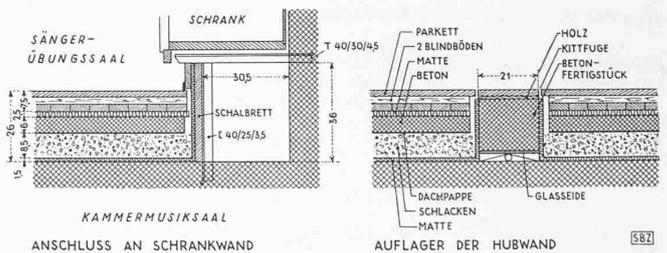


Abb. 62 u. 63. Doppelt schwimmender Bodenbelag der Uebungssäle

4. Luftwärmepumpe der Gartensaal-Ventilationsanlage. Unter der Eingangshalle zum grossen Tonhallsaal gelegen, hätte diese ohne eingehende Schutzmassnahmen zu schweren Belästigungen führen müssen, erzeugt doch das Zellenrad einen Lärm zwischen 90 und 100 Phon, also etwa wie eine Spinnerei. Schallschluckung in den Luftkanälen, schallbrückenfreie Aufstellung, Einbau in eine Kabine aus doppelschaligen Wänden führten zu einer praktisch genügenden Schalldämpfung.

Dipl. Ing. W. Pfeiffer, Winterthur.

⁶⁾ Vergl. W. Pfeiffer SBZ, Bd. 111, S. 222 (1938).

Heizungs- und Ventilationsanlagen

Heizung und Lüftung mussten in engster Verbindung studiert, projektiert und ausgeführt werden, wobei sich ein funktionell so vielseitiger und differenzierter Organismus, wie ihn das Kongresshaus darstellt, natürlich auch in einer sehr differenzierten und elastischen Disposition der wärmetechnischen Einrichtungen ausdrücken musste. Stosszeiten mit Grossverbrauch folgen auf Tagesstunden oder Wochentage, wo man mit einem Minimum an Wärmekonsum auskommen will; die «Trägheit» der grossen Festräume soll möglichst klein sein, denn Trägheit bedeutet ja längere Vorbereitung und nachherigen nutzlosen, kostspieligen Mehrkonsum; grosse Wärmemengen sollen rasch bereitgestellt und rasch verschoben werden können usw.

Dies alles bedingte eine differenzierte, sehr leistungsfähige Wärmeerzeugungsanlage, ein differenziertes Pumpenaggregat und eine starke Gliederung der Verbrauchergruppen. Die Radiatoren sind von untergeordneter Bedeutung, während die Ventilationsanlagen mit allen möglichen Typen und Ausführungsarten die Hauptrolle spielen.

A. Die Wärmeerzeugung

Der für -20°C Aussentemperatur berechnete, maximale Wärmebedarf bei Vollbetrieb kann gedeckt werden durch fünf Koksessel von zusammen 2,16 und einen Elektrokessel von 2,15 d. h. total 4,31 Mio kcal/h. Diese Teilung hat sich im Betrieb als glücklich erwiesen; der Elektrokessel leistet in den Uebergangsperioden den

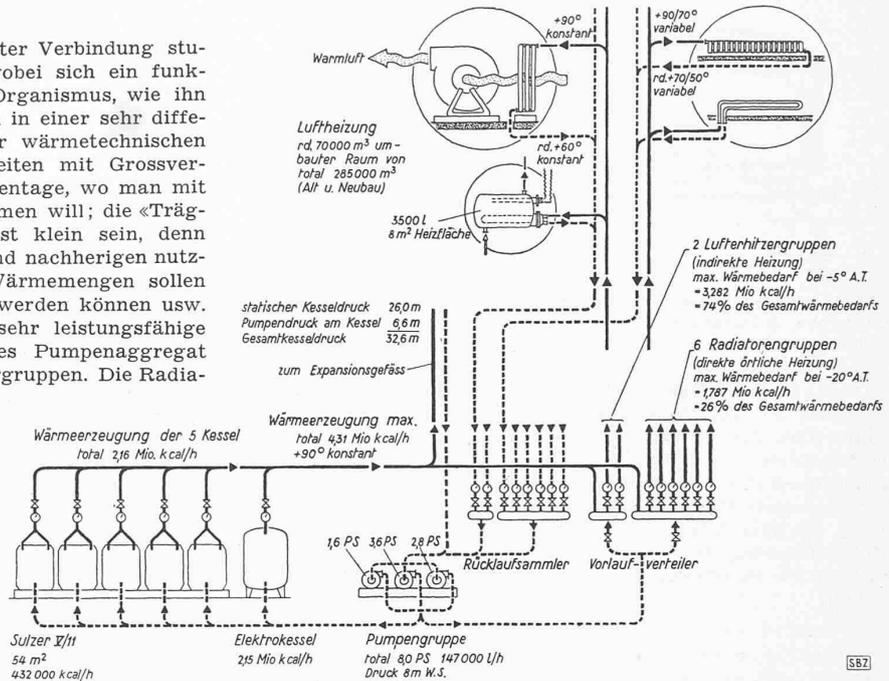


Abb. 64. Schema der Wärmeerzeugung und -Verteilung

Tabelle III: Charakteristische Werte für sämtliche Ventilationsanlagen des Kongresshauses in Zürich

| Raum oder Raumgruppe | Raum-Inhalt m ³ | Luftwechsel -fach/h | Max. Besetzung Personen | Max. Zuluftmenge m ³ /h | Max. Abluftmenge m ³ /h | Motorleistung für Zuluft PS | Motorleistung für Abluft PS | Regulierbarkeit Stufen total (Schl = Schliefring) | Max. Heizleistung kcal/h bei -5° C A.T. | Max. Kühlleistung kcal/h |
|--|----------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|--------------------------|
| 1 Kongress-Saal (mit Zuluft für Bühne und Bühnengarderoben) | 13 000 | 6 | 2 300 | 70 000 | 70 000 | 30,0 | 12,0 | Schl | 620 000 | 406 000 |
| 1a Kongress-Saal, Fassadenfensterzuluft | | | | | | | | | | |
| 2 Grosser Tonhalle-Saal | 12 285 | 4 | 1 700 | 50 000 | 40 000 | 6,5 | 4,0 | 4 | 560 000 | — |
| 3 Kleiner Tonhalle-Saal | 3 150 | 5,1 | 635 | 16 000 | 13 000 | 3,0 | 3,0 | 3 | 200 000 | — |
| 4 Gartensaal (mit seinem Foyer, Vestibule, Windfang Claridenstrasse und Zuluft für Bühne und Bühnengarderoben) | 5 580 | 6,65 | 1 000 | 38 200 | 26 900 | 9,0 | 4,0 | Schl | 433 000 | 102 600 |
| 5 Kammermusik-Saal | 1 185 | 5 | 275 | 6 000 | 5 000 | 1,5 | — | 3 | 65 000 | — |
| 6 Uebungssäle I und II | 2 750 | 5,2 | 500 | 14 400 | 11 500 | 3,0 | 3,0 | Schl | 165 000 | — |
| 7 Vortrags-Saal | 785 | 4,8 | 190 | 3 800 | 3 000 | 1,0 | 1,0 | Schl | 30 000 | — |
| 8 Tagesrestaurant und Cocktail-Lounge | 830 | 9,1 | 140 | 7 600 | 7 600 | 1,8 | 1,8 | Schl | 60 000 | 29 000 |
| 9 Clubzimmer Kongressstrakt | 450 | 8 | 70 | 3 000 | 3 600 | 0,7 | 0,45 | Schl | 29 000 | 13 500 |
| 10 Konzert-Foyer | 7 600 | 4 | 650 | 30 000 | 28 000 | 5,6 | 3,8 | 3 | 250 000 | — |
| 11 Kongress-Foyer | 5 700 | 4,4 | 500 | 25 000 | 21 000 | 4,4 | 2,7 | 3 | 200 000 | — |
| 12 Konzert-Vestibule (mit Kassenhalle und Zuluft für Windfang Gotthardstrasse) | 4 600 | 5 | — | 23 000 | 18 000 | 3,5 | 1,8 | 3 | 190 000 | — |
| 13 Kongress-Vestibule (mit Kassenhalle und Zuluft für Windfang Beethovenstrasse) | 6 100 | 4,1 | 300 | 25 000 | 21 000 | 4,1 | 2,5 | 3 | 200 000 | — |
| 14 Bläser- und Streicherräume (mit Bibliothek, Korridor und Garderobe) | 620 | 3 | 75 | 1 900 | 1 900 | 0,4 | 0,4 | 2 | 11 000 | — |
| 15 Küche (mit Spüle, Pâtisserie, Gardemanger usw.) | 3 120 | 17 | — | 34 000 | 53 500 | 4,4 | 8,5 | 3 | 209 000 | — |
| Anlagen mit Luftheizung total | 67 755 | — | — | 362 900 | — | — | — | — | 3 472 000 | — |
| 16 Office-Kongress-Saal und Bar, Buffet Kongress-Foyer | 1 000 | 8 | — | — | 8 000 | — | 1,0 | 2 | — | — |
| 17 Bühnengarderoben Garten-Saal | 90 | 15 | — | (Zuluft von Anlage Gartensaal) | 1 350 | — | 0,16 | 1 | — | — |
| 18 Bühnengarderoben Kongress-Saal | 150 | 5,6 | — | (Zuluft von Anlage Kongresssaal) | 1 850 | — | 0,45 | 1 | — | — |
| 19 Heizkeller | 500 | 14,5 | — | 7 200 | — | 1,0 | — | 1 | — | — |
| 20 Telephonkabinen (Presseraum) | 10 | 20 | — | 200 | 200 | 0,1 | — | 1 | — | — |
| 21 Weinkeller (Kongressstrakt) | 150 | 6,6 | — | 1 000 | — | — | 0,1 | 1 | — | — |
| 22 W.C.-Gruppen Restaurant, Personalgarderoben | 510 | 4,7 | — | — | 2 400 | — | 0,25 | 1 | — | — |
| 23 W.C.-Gruppen Garten-Saal | 105 | 11 | — | — | 1 150 | — | 0,25 | 1 | — | — |
| 24 W.C.-Gruppen und Garderobe Vestibule (Uebungssaalstrakt) | 532 | 6,6 | — | — | 3 500 | — | 0,35 | 1 | — | — |
| Gesamt-Total | 70 802 * | — | 8335 | 371 300 | 342 450 | 126,31 | — | — | 3 472 000 | 551 100 |

* Das sind rd. 60% des umbauten Raumes von Alt- und Neubau

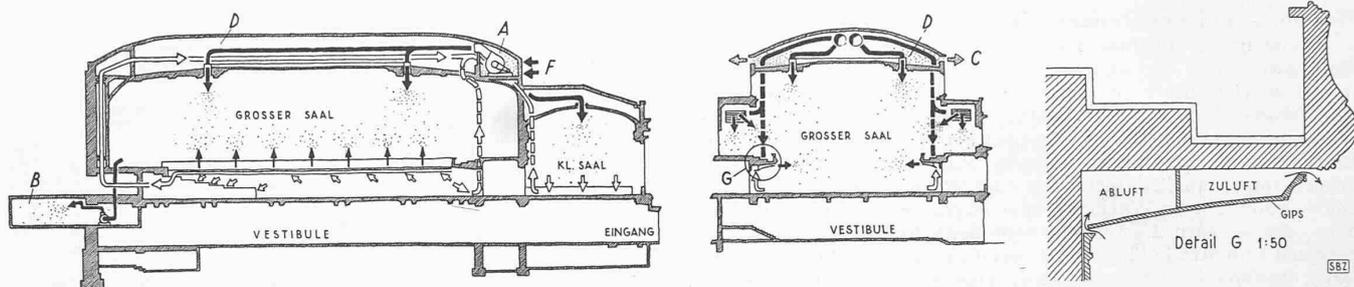


Abb. 65 bis 67. Schema der Lüftung im Grossen Tonhallsaal, Längs- und Querschnitt. — Legende: B Bläser- und Streicheräume, Bibliothek und Garderobe, D Dachhohlraum als Druckkammer für die Abluft, Ausnutzung der Wärme zur Temperierung und als Wärmepolster, A Aggregatekammer für Grossen und Kleinen Tonhallsaal, F Frischluft von aussen, C Abluft nach aussen, G Galerie mit angebauten Ventilationskanälen

ganzen Bedarf allein, die fünf Kohlenkessel ihrerseits sind instande, bei Ausfall des Elektrokessels einen etwas gedrosselten Vollbetrieb des ganzen Gebäudes zu übernehmen. Der Sulzer-Elektrokessel für 2500 kW, Drehstrom 6000 Volt, hat einen Anschlusswert von 2,15 Mio kcal/h, Drehstrom bis minimal 250 kW, ferngesteuerte Oelschaltung und vollautomatische Vorlaufsteuerung. Die fünf Sulzer-Gliederkessel für Warmwasserheizung mit Kohlenfeuerung sind vom Typ V, Nr. 11, zu 54 m² Heizfläche und leisten 432 000 kcal/h max. Das Expansionsgefäss hat 2 100 l Inhalt.

B. Wärmeverteilung und Radiatorennetze

Die Disposition der Wärmeerzeugung und -verteilung ist im Schema Abb. 64 veranschaulicht. Das im Kesselhaus erzeugte Warmwasser wird durch zwei Leitungsnetze verteilt: Ein Lufterhitzernetz mit konstanter Temperatur (90/70°) bedient die Ventilationsaggregate; max. Totalverbrauch bei -5° Aussen-Temperatur 3,282 Mio kcal/h = 74 % des Gesamtwärmeanschlusswertes. Sechs Radiatorennetze, die vom Vorlaufverteiler an unabhängig sind, speisen die örtliche, direkte Heizung; max. Totalverbrauch bei -20° Aussen-Temperatur 1,787 Mio kcal/h = 24 % des Gesamtanschlusswertes.

C. Ventilationsanlagen

Ein Blick auf die obigen Anschlusswerte und auf die Tabelle III, Seite 289 zeigt, wie wichtig und vielseitig die Probleme waren, die den Ventilationsfirmen in diesem Neubau gestellt wurden. Während der ganzen Projektierungs- und Ausführungs-Arbeit stand stets das Bestreben nach einer möglichst elastischen und funktionell richtigen Betriebsweise im Vordergrund. Das führte zu weitgehender Dezentralisierung der Anlage (kurze Luftwege, wenig Betriebsstrom, kleine Trägheit, d. h. rasches «Anspringen» der Ventilationsleistungen), andererseits zu durchgehender Fernsteuerung und Zentralisation der Schalt- und Steuerapparate auf einer zentralen Bedienungstafel im Ventilationsskeller I (konzentrierte Ueberwachung und Bedienung durch den verantwortlichen Betriebsleiter). Anlagen, die heizen und kühlen, arbeiten durchwegs vollautomatisch, die wichtigeren davon lassen sich jedoch dazu noch auf «Handbetrieb» umstellen, sodass das Personal nach Bedarf willkürliche Korrekturen und Eingriffe vornehmen kann.

Die Tabelle auf Seite 289 gibt eine vollständige Uebersicht der Anschlusswerte und Leistungen aller Anlagen. Detailprobleme, wie Schallisolierung, Ausblas- und Absaugöffnungen, Schutzvorrichtungen gegen Radiostörungen, Ventile an Heiz- und Kühlkörpern, Umleitungen als Schutz gegen Einfrieren der Luft-Erhitzer, Anschlüsse und Passtücke für Wärmemessung usw. wurden durchwegs in einheitlicher Art gelöst.

Das Lüftungsprinzip der wichtigsten Anlagen geht aus den schematischen Darstellungen Abb. 65 bis 71 deutlich hervor. Die Beschreibung einzelner Anlagen kann sich daher auf wenige charakteristische Punkte beschränken.

a) *Grosser und kleiner Tonhallsaal, Bläser- und Streicher-Räume* (Abb. 65 bis 67). Ersteller: Firma Ventilator A.-G., Stäfa; Regulierung: Elektr. Automatik, Fr. Sauter A.-G., Basel. Die vorhandenen, äusserst primitiven Luftheizungsanlagen der alten Tonhallsäle mussten ersetzt werden. Trotz grossen Schwierigkeiten bei Durchbrüchen für Kanäle usw. sind zwei Luftheizungsanlagen eingebaut worden. Die Nebenräume des grossen Tonhallsaales, die Bläser- und Streicherzimmer sind so mit dem Hauptraum kombiniert, dass ständig gleiche Klima-Verhältnisse herrschen (stimmen!). Andererseits können sie auch unabhängig vom grossen Saal gelüftet und geheizt werden (Proben!). Es ist vorgesehen, die

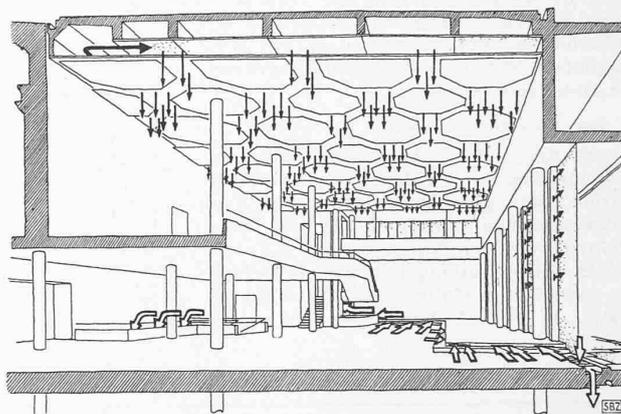


Abb. 68. Konzertfoyer, Schema der Lüftung

Anlagen später noch durch eine Befeuchtungs-vorrichtung zu ergänzen.

b) *Foyertrakt* (Abb. 68), umfassend Konzert- und Kongress-Foyer, Konzert- und Kongress-Vestibule. Ersteller: Wanner & Co., Horgen. Regulierung: Elektr. Automatik Fr. Sauter A.-G., Basel. Neuartig ist die diffuse Einführung der Frischluft mittels zahlloser feiner, düsenförmiger Löcher in den fabrikmässig hergestellten Gipsplatten der Hauptdecke (Abb. 57, S. 287). Diese Löcher haben 6,5 mm Ø und 50 mm Axidistanz; die Austrittsgeschwindigkeit der Luft beträgt 2,5 m/sec. Die Luftmischung ist dadurch so intensiv, dass schon 40 bis 60 cm unterhalb der Decke kein wahrnehmbarer Zug mehr auftritt. Die grosse Fensterfassade des Konzertfoyers wird längs der Fassadenpfeiler mit nachgewärmter Zuluft bespült, die ein unangenehmes Herabströmen kalter Fallluft verhindert.

c) *Kongress-Saal* (Abb. 69). Ersteller: Firma Luwa A.-G., Zürich; Regulierung: Carrier-Automatik (Druckluft). Besondere Aufmerksamkeit musste einer möglichst zugfreien Luftführung geschenkt werden: die Kühlung im Sommer erfordert einen sechsfachen Luftwechsel pro Stunde, d. h. sehr grosse Luftmengen, die eingblasen und abgeführt werden müssen. Die Unterbrechung der grossen Parkettflächen durch die Estraden und die dadurch entstandenen drei Stufen, sowie die kräftig ausgesprochenen Quertugen der Gipsplattendecke eignen sich vorzüglich für eine systematische und gleichmässige Luftführung (Abb. 70). Die Regulierung erfolgt pneumatisch nach dem amerikanischen «Carrier»-System. Ein Kompressor von 1,2 PS erzeugt die zur Steuerung der einzelnen Regulierorgane notwendige Druckluft. Ein unabhängiges kleines Heissluftaggregat bläst gegen die grossen einfach verglasten Fassadenfenster und verhindert da-

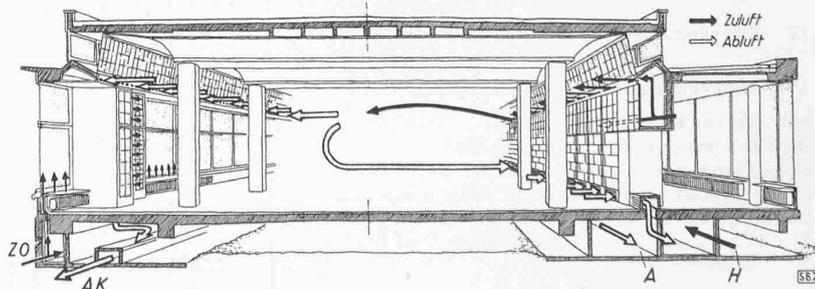


Abb. 71. Schema der Lüftung im Gartensaal. — Legende: ZO Zuluftstrom für Qualifassade, nachgewärmt durch lokalen Lufterhitzer; Radiatoren zur Temperierung; AK Abluft aus durchgehendem Kämpfer; A Abluftsammlerkammer; H Hauptzuluftstrom

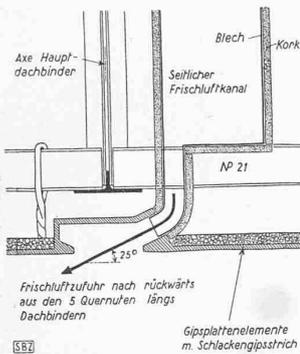


Abb. 70. Einzelheiten der Ventilationskanäle und des Luftaustritts zu Abb. 69
 Masstab 1 : 30

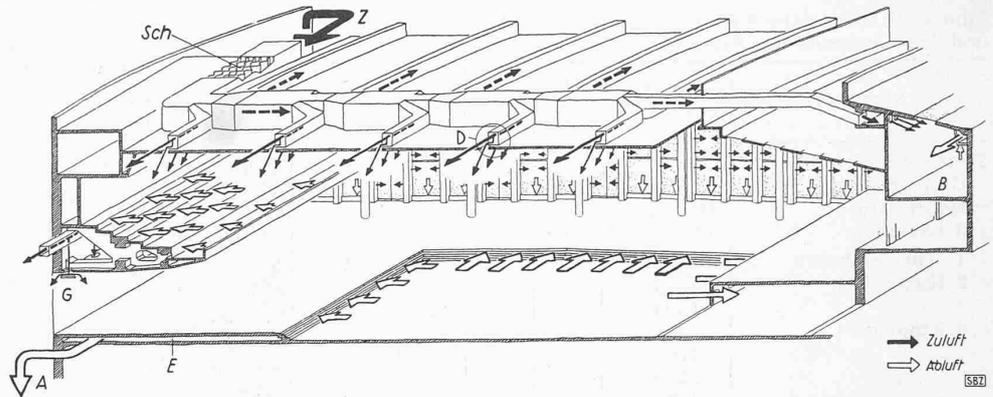


Abb. 69. Luftführung im Kongressaal. — Legende: G Frischluftzufuhr unter Galerie; A Saalabluft zum Aggregat; Sch Schalldämpfer für Zuluft; E Estradenhohlraum bildet Abluftaugkammer; Z Saalzulufte vom Aggregat; B Bühnengarderobe: Zuluft von der Anlage Kongressaal, Abluftabsaugung durch eigenes Aggregat

durch im Winter das Anlaufen der Scheiben und das Herabströmen kalter Fallluft. Diese kleine Anlage ist zudem sehr praktisch zur Temperierung des Raumes.

d) **Küchen.** Ersteller: Hch. Lier, Zürich. Regulierung: Handbetätigte Klappensteller mit Kabel usw. Die zwei grossen Küchen boten besondere Schwierigkeiten, da ihre Organisation bis kurz vor der Eröffnung mannigfachen Änderungen unterworfen war und gleichzeitig damit gerechnet werden muss, dass immer wieder Umstellungen gewisser Arbeitsgruppen vorgenommen werden. Diese Probleme wurden mittels einer durchgehenden Zwischendecke aus einheitlichen Blechtafeln (Abb. 76, S. 292) gelöst; selbst bei späteren Umdispositionen der dampf- oder hitzeerzeugenden Küchenapparate können einzelne der standardisierten und mit Absaugeschlitzen versehenen Plattenelemente beliebig versetzt oder neu eingefügt werden. Die bei Küchen so wichtige Reinigung der Abluftkanäle erfolgt denkbar einfach und gründlich: alle Platten können abmontiert und einzeln völlig gesäubert werden. Durch das regelmässige und vollständige Entfernen der Fettrückstände werden auch die sonst bei Grossküchen gefürchteten «Kanalbrände» völlig vermieden. Trotz anfänglichen Bedenken der projektierenden Ventilationsfirma hat sich diese Ausführungsart im Betrieb bis jetzt sehr bewährt.

e) **Gartensaalgruppe** (Abb. 71), umfassend Gartensaal (unterteilbar in drei Räume), Windfang Gartensaaltrakt an der Claridenstrasse, Gartensaalbühne und Bühnengarderobe, Gartensaal-W.C., -Foyer und -Vestibule. Ersteller: Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur; Regulierung: Minneapolis Automatik (elektrisch). Die Gartensaalgruppe war lüftungstechnisch in verschiedener Hinsicht eines der schwierigsten Objekte: der Saal mit seinen Nebenräumen ist als freistehender, eingeschossiger Trakt den Witterungseinflüssen besonders stark ausgesetzt; der Hauptraum soll für Bankette, Kino- und Theatervorstellungen benutzbar sein; er ist durch bewegliche Trennwände unterteilbar, kann aber auch durch Wegnehmen der Seitenwände mit dem Foyer vereinigt werden; die Fensterplätze an der Seefront dürfen unter keinen Umständen durch Fallluft oder sogen. Kältestrahlung beeinträchtigt werden; der Luftwechsel ist verhältnismässig gross (Rauchen! Essen!), der Innenausbau sehr differenziert und vielgliedrig, sodass die Luftströmungen unerwartet und unliebsam gestört werden könnten. Die Regulierung dieser einzigen Anlage umfasst 20 Klein-Elektromotoren und 15 Thermostate, die die verschiedenen Ventile, Klappen und Drehzahlregler betätigen. Die Luftmengen werden zudem noch durch eine automatische Drucksteuerung kontrolliert.

Der normalen Aggregatgruppe ist von der Arbeitsgruppe Sulzer, E.T.H., Brown Boveri versuchsweise eine Luft-Wärme-Pumpe eingegliedert worden, die es ermöglicht, die Abwärme der verbrauchten Saal-luft wieder zur Heizung der Frischluft zu verwerten und die im Sommer auch zur Saalkühlung verwendet werden kann⁷⁾. Ihre Heizleistung beträgt 50 000 kcal/h, ihre Kühlleistung 30 000 kcal/h. Sie hat sich in vierjährigem Betrieb bestens bewährt.

Die Bühneneinrichtung im Kongressaal

Obwohl das Wettbewerbprogramm seinerzeit für den Kongress-Saal keine Bühne verlangt hatte,

⁷⁾ Sie ist schematisch in SEZ Bd. 114, S. 13* (1. Juli 1939) und etwas ausführlicher in der «N. Z. Z.», Beilage Technik vom 1. Nov. 1939 dargestellt worden.

musste bei der Bearbeitung des Ausführungsprojektes der dringende Wunsch nach einer solchen berücksichtigt werden, da sonst die Vermietbarkeit des Saales gelitten hätte.

Ein eigentliches Bühnenhaus konnte im damaligen fortgeschrittenen Stadium der Projektarbeiten nicht mehr vorgesehen werden und wäre aus architektonischen Gründen unmöglich gewesen. Trotzdem sollten die notwendigen Vorrichtungen untergebracht werden, wie sie insbesondere für Chor- und Festspiel-Aufführungen gefordert werden. Hinzu trat die Forderung, dass die Bühneneinrichtung bei Veranstaltungen, zu denen sie nicht gebraucht wird (Kongresse u. dgl.), vollständig unsichtbar sei, auch um die Sprechakustik des Saales nicht zu beeinträchtigen.

Die ganze Bühneneinrichtung musste deshalb als provisorische Einrichtung ausgebildet werden, die bei Nichtgebrauch über dem Schalldeckel des Podiums Platz findet. Zu diesem Zwecke wurden im Schalldeckel vier sogen. Gassen von 1 m Breite ausgebildet, die durch Deckel geschlossen sind, wenn die Bühne nicht benützt wird. Ueber diesen Gassen sind an Seilzügen die Lastenstangen für Vorhänge und Beleuchtung angeordnet. Da die Seilzüge nicht — wie dies nur bei Bühnen mit Bühnenhäusern möglich ist — durch Gegengewichte bewegt werden können, werden sie durch Motor- und Handwinden betätigt. Wegen der geringen Höhe des Kulissenraumes müssen die Prospekte und die Vorhänge vor dem Hochziehen auch mit ihrem unteren Saum an die Züge befestigt («gedoppelt») werden. Der Hauptvorhang wird nach Gebrauch an das Vorhanggestänge angebunden und so hochgezogen.

Eine elektrische Winde bewegt fünf der insgesamt 13 Züge; sie ist von der Aufzug- und Wagonsfabrik Schlieren eigens für diesen Zweck konstruiert worden. Das ganze Aggregat ist bis auf neun Züge ausbaufähig und besteht aus einer Antriebsmaschine mit Hauptmotor, Feineinstellung, Bremse und Bremslüftmagnet. Es wirkt durch ein Schneckengetriebe auf eine Antriebswelle mit Seiltrommeln, eigener Bremse und Kupplung. In

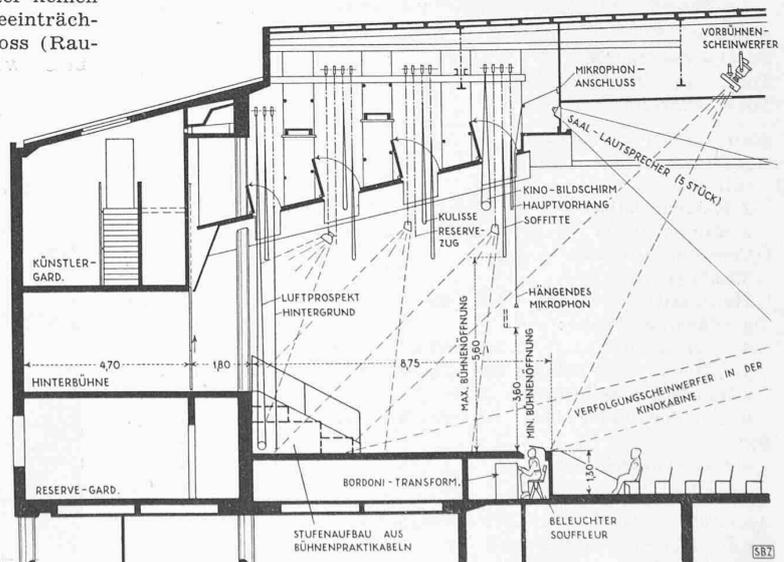


Abb. 72. Bühneneinrichtung im Kongress-Saal, Längsschnitt 1: 200

Tabelle IV: Elektrische Küche: nutzbare Heizflächen, Kesselinhalte und Anschlusswerte der Apparate

| Apparate | Ausmass cm bzw. l | Heizfläche m ² | | Anschluss- wert kW | |
|---|-----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|----------|
| | | einzel | total | einzel | total |
| <i>Tagesküche</i> | | | | | |
| Grosser Herd: | | | | | |
| Herdplatte | 445×89 | 3,96 | | 60,3 | |
| 5 Backofen | 50×105×30 | 2,62 | | 35,0 | |
| 1 Wärmeschrank | 115×95×36 | 1,10 | 7,68 | 1,8 | 97,1 |
| 2 Kippkessel | 400 l | | | 45,0 | |
| | 250 l | | | 28,5 | 73,5 |
| 4 Kippkessel | 160 l | | | 18,5 | |
| | 100 l | | | 12,0 | |
| | 100 l | | | 12,0 | |
| | 65 l | | | 9,0 | 51,5 |
| 2 Bratpfannen | 56×56 | 0,31 | 0,63 | 7,0 | 14,0 |
| Spiesgrill | | | | | |
| für 15 Poulets | 100×36 | 0,36 | | 11,0 | |
| Rostgrill | 63×36 | 0,23 | 0,59 | 11,0 | 22,0 |
| Salamandergrill | 125×36 | | 0,45 | | 14,0 |
| Kartoffeldämpfer | 70×58×87 | | 0,41 | | 10,0 |
| mit 10 Gefässen zu je | 12,5 kg | | | | |
| 1 Wärmeschrank: | | | | | |
| Deckplatte | 380×80 | 3,04 | | 3,6 | |
| Boden und Tablar | 370×71×2 | 5,25 | 8,29 | 5,0 | 8,6 |
| <i>Bankettküche (einschl. Küche für Personal)</i> | | | | | |
| 2 Herde: | | | | | |
| 2× Herdplatte | 130×89 | 2,32 | | 21,8 | |
| 2×2 Backofen | 50×105×30 | 2,10 | 4,42 | 14,0 | 71,6 |
| 2 Bratpfannen | 100×56 | 0,56 | 1,12 | 12,0 | 24,0 |
| 4 Wärmeschränke: | | | | | |
| 4× Deckplatte | 320×80 | 10,24 | | 12,0 | |
| 4× Boden und Tablar | 310×71 | 17,61 | 27,85 | 16,8 | 28,8 |
| <i>Pâtisserie</i> | | | | | |
| Pâtisserieofen: | | | | | |
| 3 Backofen | 50×90×25 | 0,45 | | 7,5 | |
| | 50×90×20 | 0,45 | | 7,5 | |
| | 50×90×18 | 0,45 | 1,35 | 7,5 | 22,5 |
| 1 Gärraum (nicht beheizt) | 50×90×30 | | | | |
| Kippkessel | 32 l | | | 4,6 | |
| Küchlipfanne | 7 l | | | 5,0 | |
| Tisch-Rechaud: | | | | | |
| 3 Platten | 85×32 | | 0,27 | | 7,7 |
| Wärmeschrank: | | | | | |
| Deckplatte | 280×80 | 2,24 | | 2,8 | |
| Boden und Tablar | 270×71 m ² | 3,84 | 6,08 | 3,5 | 6,3 |
| <i>Gardemanger</i> | | | | | |
| Tisch-Rechaud: | | | | | |
| 1 Platte | 32×32 | | 0,10 | | 2,5 |
| <i>Serviceplatz</i> | | | | | |
| 3 Wärmeschränke: | | | | | |
| 3× Deckplatte | 300×92 | 8,28 | | 129,0 | |
| 3× Boden und Tablar | 290×83×2 | 14,42 | 22,70 | 15,6 | 28,5 |
| <i>Apparate Küche:</i> | | | | | |
| Total Kesselinhalt | 1114 l | | | | |
| Total Apparate-Heizfläche | | | 81,94 m ² | | |
| Total Anschlusswert | | | | | 492,2 kW |
| <i>Kaffeeküche im Office</i> | | | | | |
| Kaffeemaschine Still | | | | | |
| mit Boiler: | | | | | |
| 2 Kaffeebehälter | 9 l | | | 7,5 | |
| 2 Milchbehälter | 5 l | | | | |
| <i>Office Saalgeschoss</i> | | | | | |
| Tischherd: | | | | | |
| Herdplatte | 105×60 | | 0,63 | | 5,8 |
| 4 Wärmeschränke: | | | | | |
| 4× Deckplatte | 300×80 | 9,60 | | 17,2 | |
| 4× Boden und Tablar | 290×71×2 | 16,50 | 26,10 | 20,8 | 38,0 |
| 9 Tellerwärmeschränke | | | | | |
| 9× Boden und Tablar | 80×45×2 | 0,72 | 6,48 | 0,8 | 7,2 |
| <i>Buffets</i> | | | | | |
| 3 Kaffeemaschinen | | | | | |
| Therma | 18 l | | | 3,0 | 9,0 |
| <i>Apparate Kaffeeküche, Office Saalgeschoss und Buffets:</i> | | | | | |
| Total Kaffeemaschineninhalt | 82 l | | | | |
| Total Heizfläche | | | 33,21 m ² | | |
| Total Anschlusswert | | | | | 67,5 kW |

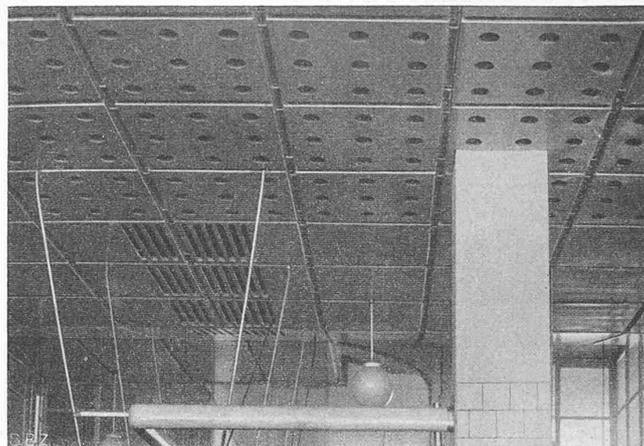


Abb. 76. Küchen-Zwischendecke aus Blechtafeln mit Absauge-Oeffnungen der Ventilation

der Ruhestellung hängen alle Züge an den Bremsen der einzelnen Antriebe, sodass die Motorengruppe unbelastet ist. Soll ein Zug bewegt werden, so wird an einem besonderen Stellwerk die betreffende Kupplung eingerückt, gleichzeitig aber werden automatisch alle anderen Züge in ihrer Stellung verriegelt. Die Maschine kann den Zug mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten auf- oder abwärts bewegen, so lange auf den zugehörigen Steuerknopf gedrückt wird. Das Ueberfahren der Grenzstellungen löst einen Endkontakt aus, der die Bewegung für diesen Zug sperrt.

Die notwendige Spielflächen- und Prospekt-Beleuchtung wird unterstützt durch zwei Vorbühnen-Scheinwerfer mit automatischem Farbwechsel. Diese haben eine Stärke von je 1500 Watt und sind über der Saaldecke montiert, die bei Gebrauch der Scheinwerfer an zwei Stellen durch Klappen geöffnet wird. Die ganze Beleuchtungsanlage wird bedient von einem Beleuchterstand, der an der vorderen Kante des Saalpodiums neben dem Souffleurkasten mit guter Uebersicht auf das Bühnenbild angeordnet ist. Eine weitere Unterstützung erhält die Bühnenbeleuchtung durch zwei Verfolgungsscheinwerfer aus der Kinokabine an der Rückwand des Saales.

Die Küchenanlage

Die Aufgaben der Küche im Kongresshaus sind ausserordentlich vielseitig. Ursprünglich in der Hauptsache nur für die Bedienung des Gartensaals mit rd. 600 Gedecken und des Restaurant dimensioniert, erweiterte sich ihr Wirkungskreis mit dem weiteren Studium der Betriebserfordernisse ausserordentlich stark. Nicht nur, dass die Möglichkeit grosser Bankette im Kongressaal eingeschlossen werden musste, die Leistungsfähigkeit sollte so gesteigert werden, dass mit Ausnahme des grossen Tonhallaesalles in allen Sälen sowie auf der grossen Terrasse über dem Gartensaal warme Verpflegung abgegeben werden konnte. Aus verschiedenen Gründen entschloss man sich für eine rein elektrische Küche, deren Ausführung den Firmen Therma A.-G. in Schwanden und Oskar Locher in Zürich übertragen wurde.



Abb. 77. Kongressaal-Office im Saalgeschoss (vgl. Abb. 8, S. 264)