

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	89/90 (1927)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Zum Problem der Akustik im grossen Versammlungs-Saal des Völkerbund-Gebäudes in Genf
<b>Autor:</b>	Osswald, F.M.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-41730">https://doi.org/10.5169/seals-41730</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

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

valeur vis-à-vis de laquelle la section prévue de  $2400 \text{ m}^2$  n'offre qu'une marge de 18 % environ.

3º Pour obtenir une marge plus grande, il reste à examiner la disposition en „venturi“ de la figure 3 en choisissant, par exemple, la section rétrécie de  $93.5 \text{ m}^2$ ; d'où  $W_0'' = 4.50 \text{ m/sec.}$

En admettant de 0,05 m la perte dans l'ajutage convergent du venturi, les pertes a) et b) dans la galerie restant les mêmes que sous 1º:

$$\begin{aligned} P_0' &= 0,65 \text{ m} & H_0 = H - P_0' &= 9,35 \text{ m} \\ P_0'' &= 1,03 \text{ m} & H_0 + 2P_0'' &= 11,41 \text{ m} \\ P_{wo} &= 1,68 \text{ m} & \text{d'où il résulte (10a):} \end{aligned}$$

$$F_0 > 1345 \text{ m}^2$$

correspondant à 56 % environ de la section pratiquement réalisable, c'est-à-dire à une marge de 78 %.

On voit qu'il est généralement possible d'améliorer sensiblement la condition de stabilité de la chambre par l'un ou l'autre des moyens préconisés. (à suivre.)

## Zum Problem der Akustik im Grossen Versammlungs-Saal des Völkerbund-Gebäudes in Genf.

Von Ing. F. M. OSSWALD, Winterthur.

Die Aufgabe, die beim Völkerbundbau vorliegt, ist in doppelter Hinsicht ein einzigartiges Ereignis, einmal, weil ein ganz neuartiges Problem gestellt und zur Lösung in eine Hand gelegt werden soll, sodann aber auch, weil dabei die Abmessungen, vorab die des grossen Versammlungs-Saales, auch die bisher als sehr gross geltenden Bauten weit hinter sich lassen.

Der Architekt, als Künstler, sieht naturgemäß vor allem die ästhetische Seite, sowohl des Äussern wie des Innern, vor sich. Wo aber die Dimensionen derart anschwellen, wie hier, da treten die *Gebrauchsanforderungen* immer zwingender hervor, ja, im vorliegenden Falle werden sie zu den alles andere überragenden Hauptforderungen, von deren Erfüllung das Gelingen geradezu abhängt.

Das hier zu lösende Architekt-Ingenieur-Problem erfordert mehr denn je, dass sich der Projekt-Verfasser zuerst vollständig in die Funktionen des Völkerbund-Apparates einlebt: er muss sich in die Stelle des Präsidenten, der Delegierten, der Zuhörer, usw., bis zum letzten Telegrammträger, Garderobevertreter, Chauffeur hineindenken. Er muss den ganzen Bau in Gedanken hundertmal benutzt haben, um sicher zu sein, dass er, wenn verwirklicht, sich als befriedigend brauchbar erweist; vor allem gilt dies vom grossen Sitzungssaal. Denn, was nützte es dem Völkerbund, dieser weltumfassenden Organisation zur friedlichen gegenseitigen *Verständigung*, wenn die Redner in einer riesenhaften Zuhörerhalle sich nicht verständlich machen könnten? Wäre das nicht — in mehr als einem Sinne — die Wiederholung des tragischen Ausgangs vom Turmbau zu Babel? —

Auch die Bedingungen für die Ausarbeitung der Projekte waren aussergewöhnliche: Eine musterhaft detaillierte Umschreibung des Bauprogrammes war von der Studien-Kommission verfasst worden, sodass der Mitbewerber auf ein vorzügliches Unterlagenmaterial mit Wegleitung über die mannigfachen Betriebsfunktionen aufbauen konnte. In knapp einem halben Jahre musste ein riesiger Baukomplex erdacht werden, sodass im allgemeinen nur grosse Architekturbüros mit der nötigen Gründlichkeit sich an die Arbeit machen konnten.

Der interessanteste und vom akustischen Standpunkt aus betrachtet weitaus schwierigste Teil liegt im *Grossen Versammlungs-Saal*, für den das Programm vorschrieb, dass rund 2700 Personen, zum Teil mit sehr breiten Einzelplatzflächen, darin Platz finden müssen. Dies entspricht bei rationeller Aufteilung ungefähr  $3000 \text{ m}^2$  Sitzfläche (einschliesslich der Zwischenräume), und davon muss wieder — aus organisatorischen Gründen, für Präsident, Delegierte und Sekretäre — etwas mehr als die Hälfte zusammenhängend im Parterre liegen, sodass eine Grundfläche des Saales von mindestens  $1600 \text{ m}^2$  geschaffen werden musste.

Die Zuhörer, das sind die nicht handelnden Personen in ihrer Gesamtheit: Diplomaten, eingeladene Freunde, Presse und Publikum, können an höhern Stellen, auf Galerien untergebracht werden; diese Plätze müssen aber gute Sicht mit guten akustischen Eigenschaften bieten; handelt es sich doch darum, das Tun und Lassen der universellen Staatenleker-Versammlung mit Aug und Ohr zu verfolgen.

Es muss also von minimal  $1600 \text{ m}^2$  Parterrefläche ausgegangen werden, und der Architekt hat nun die Wände, Decken und Galerien zu einer zweckmässigen und schönen Form aufzubauen, wobei wir bewussterweise die Zweckmässigkeit voranstellen, denn, um noch einmal daran zu erinnern, *Verständigung* ist doch der Endzweck!

Solange der Architekt von einer der hergebrachten *Kunststilrichtungen* oder Schulen ausgeht, ist durch die Grundfläche auch schon die Höhenentwicklung (wir sprechen immer nur vom Innenraum des Saales) in nicht zu weiten Grenzen gegeben, woraus sich notwendigerweise, auch bei mässiger Höhenentwicklung, ein Saalvolumen in der Gegend von 30 bis  $40000 \text{ m}^3$  als Minimum ergibt. Freier in dieser Beziehung sind die Vertreter der modernen *Zweckmässigkeits-Architektur*; aber hier zeigte es sich, dass rein sachliches Raumformungsbestreben auf noch viel grössere Saal-Volumina führen kann, und dies gerade aus der Absicht, gute akustische Eigenschaften zu erreichen.

Schon das Programm der Studienkommission weist an mehr als einer Stelle auf die Wichtigkeit guter Sprech- und Hörbarkeit hin, und auch sonst hatte man gleich das Gefühl, dass bei den voraussichtlich sehr grossen Saal-Dimensionen akustische Schwierigkeiten zu überwinden und Ueberraschungen nicht ausgeschlossen seien. Dies zeigt sich auch bei einer grossen Zahl der eingereichten Projekte, und — um es gleich hier vorwegzunehmen — es sind in der Tat zahlreiche Verfasser schwersten akustischen Fehlschlüssen zum Opfer gefallen, weil sie das akustische Problem meistens vom rein geometrischen Standpunkt aus ansahen. Die ganz wenigen, die den akustischen Vorgang als *Energieumsetzungs-Problem* fühlten, haben dies mit grossenteils ganz ungenügenden Spezialkenntnissen angepackt: sie waren wohl qualitativ, nicht aber quantitativ auf dem richtigen Wege. Mit dieser Feststellung ist gleichzeitig auch die Kluft gekennzeichnet, die zwischen der alten, geometrischen Vorstellung und der neuen, auf physikalischen Messungen und physiologischen Beobachtungen beruhenden modernen Raumakustik besteht.

Es kann nicht bestimmt genug darauf hingewiesen werden, dass die an und für sich sehr kleinen mechanischen Energiewerte, die von einer Schallquelle — seien es Instrumente oder die menschliche Stimme — in den Raum gesendet werden, solange noch Hörempfindung im Ohr erwecken, bis sie, infolge von Ableitung durch die Wände oder durch Rückwurfverluste an den Wänden, an der Decke, am Boden, in den Gallerietaschen usw. sich genügend aufgebraucht haben, d. h. absorbiert worden sind. Es ist also ein *Energieverbrauchs-Vorgang*, in dem die physikalischen Grössen: Länge, Masse und Zeit enthalten sind.

Wenn eine Schallquelle in einem Raum ertönt und ihre Emission plötzlich gestoppt wird, so verschwindet die Schallvibration in der Raumluft nicht sofort; dies kennen wir ja alle aus Erfahrung. Wir wissen ferner, dass der Ausklingprozess, der *Nachhall*, in grossen und leeren Räumen länger dauert als in kleinen oder reichmöblierten, oder stark mit Menschen besetzten Räumen. Weil nun aber

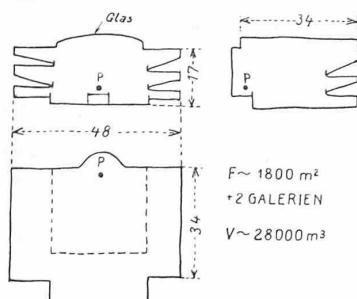


Abbildung 1.

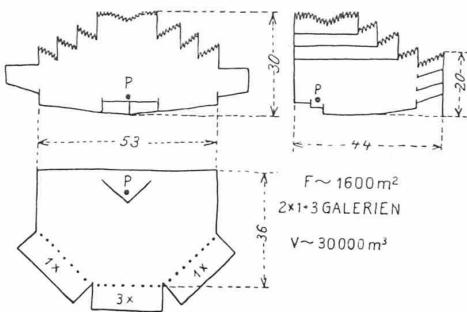


Abbildung 2.

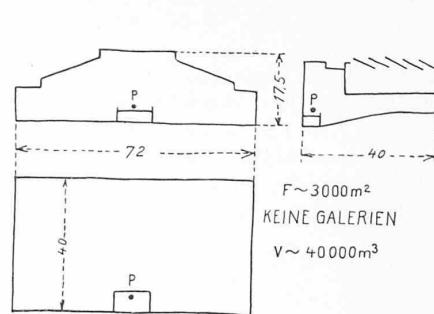


Abbildung 3.

Für alle Skizzen Abb. 1 bis 18 ist der einheitliche Maßstab 1 : 2000. — Vergl. die untenstehenden Legenden.

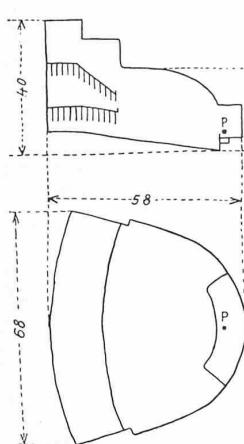


Abbildung 4.

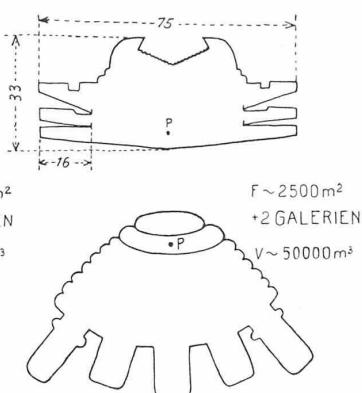


Abbildung 5.

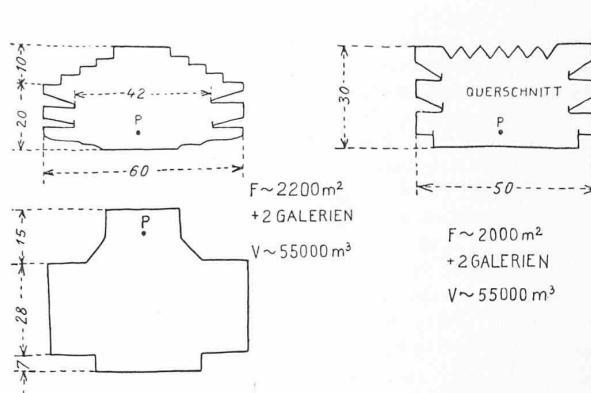


Abbildung 6.

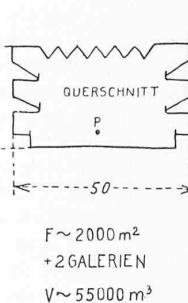


Abbildung 7.

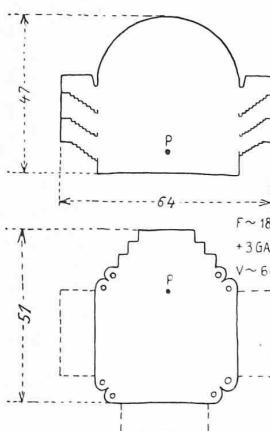


Abbildung 8.

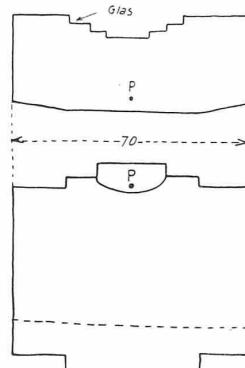


Abbildung 9.

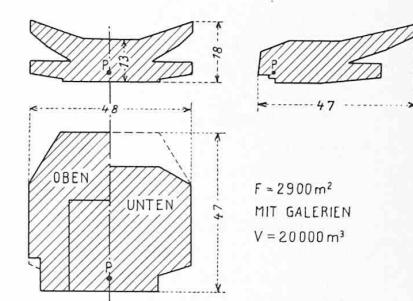


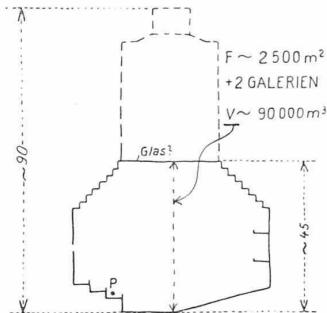
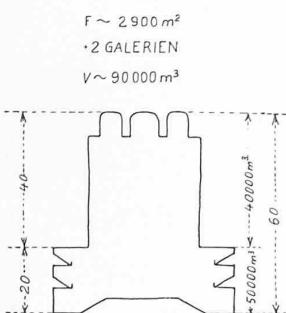
Abb. 10. Vorschlag F. M. Osswald (Hors concours) für einen akustisch-optimalen Saal von minimalem Volumen bei der verlangten Zahl von rund 2700 Plätzen.

LEGENDE: Abb. 1: Sehr ökonomisch in Grundfläche und Galerien; maximale Sicht etwa 38 m. — Abb. 2: Stalaktitendecke stark schallschluckend, daher Lautheit gefährdet, sonst gute Form; ökonomisch. Säulenstellungen akustisch gut für Mittelraum, aber schallbremsend und sichtstörend für Galeriebesucher (I. Mention). — Abb. 3: Decke bestehend aus „membranes étendues sur des cadans métalliques et qui peuvent être réglées au degré de tension qui fournira les meilleurs résultats acoustiques“; sollten damit Jalousien gemeint sein, deren Neigung veränderlich ist, dann wäre dies akustisch beachtenswert. — Abb. 4: Mässig grosser Saal, Sichtweite kleiner als 50 m (I. Mention). — Abb. 5: Bemerkenswerter Grundriss mit seitlicher Nischenkette; Kombination von Oval und Parabel; Decke und Rillen in den Seitenwänden beachtenswert (Grundriss aus der Erinnerung gezeichnet). — Abb. 6: Mässig grosser Saal; Sicht bis 42 m. — Abb. 7: Massige, aber beachtenswerte Deckenrillung (aus der Erinnerung gezeichnet). — Abb. 8: Säulen in den Säalecken akustisch gut; die Kuppel wirkt aber als Echo-Herd; gewaltiges Volumen (prämiierter Entwurf). — Abb. 9: Typische Form, wie sie, mit Abwandlungen, vielfach vorgeschlagen worden ist; leicht eingesenkte Decke beachtenswert. Platzverschwendungen. Sichtweite bis 55 m.

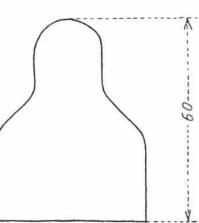
eine akustische Darbietung aus einer Kette von sukzessiven und verschiedenen Tönen, Sprachlauten, Silben oder Worten und Intervallpausen besteht, ist es klar, dass die vorangegangenen Silben usw., nachdem sie das Ohr des Zuhörers erreicht und dort die gewünschte Wirkung erzielt haben, ebenfalls in nützlicher Zeit aus dem Saal wieder verschwinden müssen, um unzuträgliche Silben- usw. Ueberlappung zu vermeiden. Es gibt genug grosse Räume, in denen ein kurzer Schall von durchaus mässiger Stärke 5 bis 10 ja noch mehr Sekunden in stetig abfallender Intensität aus-

klingt. Bei mässig raschem Sprechtempo von 4 bis 5 Silben pro Sekunde, bedeutet dies, dass dort ständig 20 bis 50, ja noch mehr vorangehende Silben mitklingen, von denen der Zuhörer (durch gesteigerte Aufmerksamkeit und Konzentration) die älteren Silben weitgehend ignorieren kann und auch muss; denn die neue Silbe hat ja das Hauptinteresse. Dieser Ausscheidungsprozess ist, je nach der Grösse der zu bewältigenden Ausscheidungsarbeit, ein direktes Mass für den „akustischen Komfort“, bezw. für das entsprechende Missbehagen.

## CHARAKTERISTISCHE SAALFORMEN AUS DEM VÖLKERBUNDSGEBÄUDE-WETTBEWERB IN GENF 1927.



F ~ 2200 m² + GALERIE 1  
V ~ 90 000 m³



F ~ 4000 m²  
3 GALERIEN  
V ~ 100 000 m³

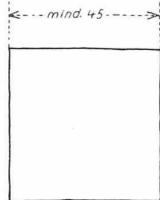
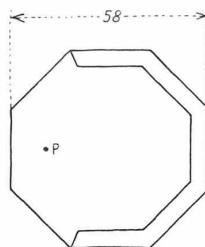
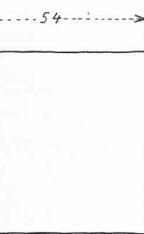
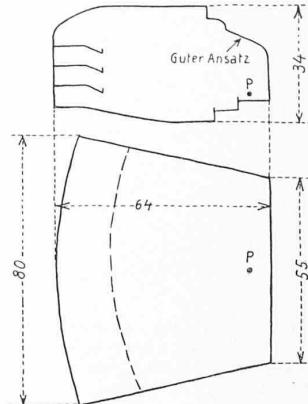


Abbildung 11.

Abbildung 12.

Abbildung 13.

Abbildung 14.

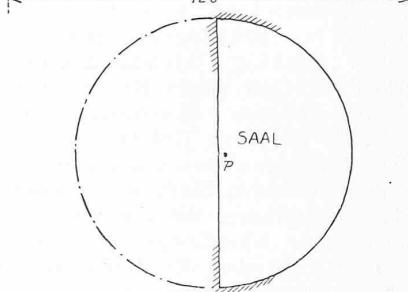
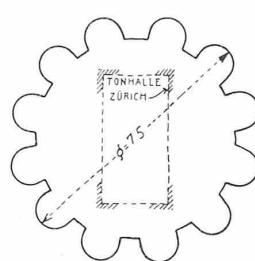
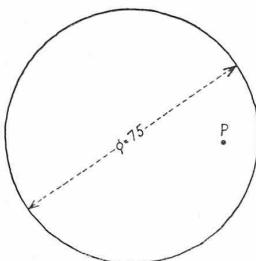
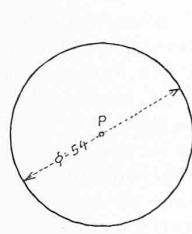
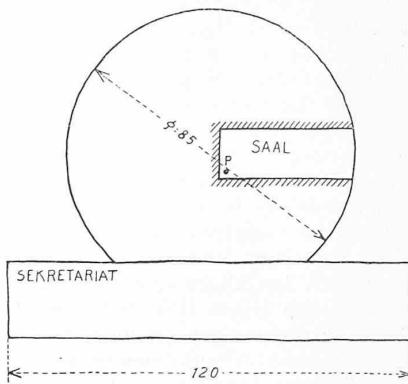
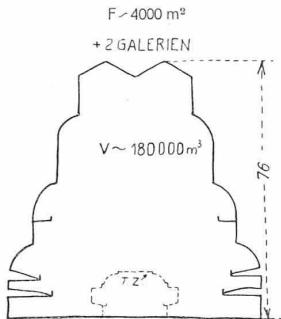
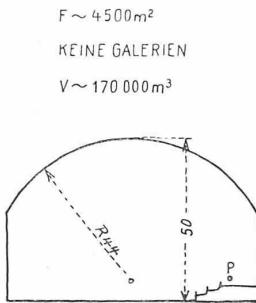
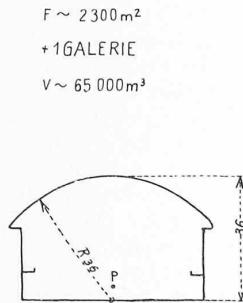


Abbildung 15.

Abbildung 16.

Abbildung 17.

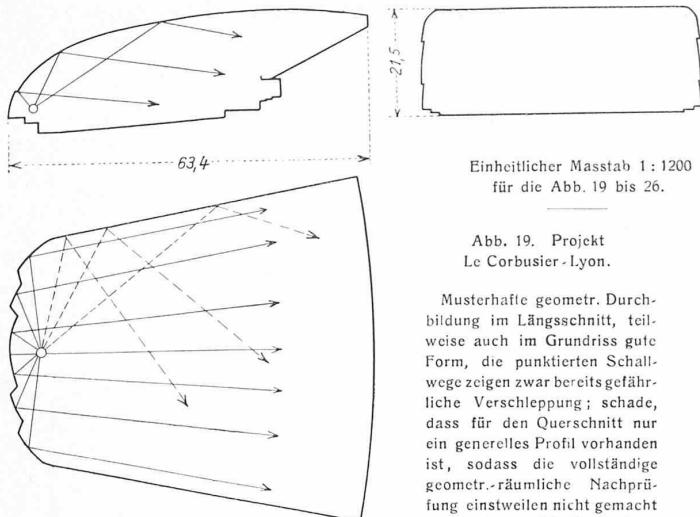
Abbildung 18.

LEGENDE: Abb. 11: Turmbau, Schallwirbel begünstigend und Echosack. Warum nicht blos Unterteil mit ebener Glasabdeckung? — Abb. 12: Ebenfalls riesengrosser Turmbau; aus den Plänen ist nicht zu erkennen, ob der untere Teil mit einer Glasdecke abgeschlossen ist. — Abb. 13: Echo-Dom. Einzelheiten und Kommentar überflüssig (aus der Erinnerung skizziert). — Abb. 14: Raum-Verschwendungen; Sicht bis über 60 m; Nachprüfung überflüssig. — Abb. 15: Panoramaartiger Bau mit dem bedauernswerten Redner im Brennpunkt sowohl des Grundrisses als auch des Vertikalschnitts; akustisch hoffnungslos, Sprechrichtung unbestimmt (l. Mention). — Abb. 16: Volumen nach Angabe des Verfassers 170 000 m³. Der Verfasser rechnet die mittlern Oberflächen-Schallabsorptions-Koeffizienten nach Sabine's Formeln zu 0,488 pro m² aus, was unmöglich ist. Lautheit deplorabel; Dämpfungsvorhang direkt hinter der Rednertribüne: qualitativ wie quantitativ totale Verkenntung der Akustik. — Abb. 17: Riesenbau mit kunstvollem Beton-Rippenwerk. Volumen mindestens 180 000 m³, eher 200 000 m³ (der zum Vergleich eingezeichnete grosse Saal der Tonhalle in Zürich hat ein Volumen von 11000 m³). — Abb. 18: Kugelbau, nur der Kuriösität halber hier dargestellt; Unsinn oder Scherz?

Wollte man aber — was man auch durch geeignete Massnahmen weitgehend erreichen kann — das Nachhallen der vorangegangenen Silben völlig ausschliessen, so würde der Hörempfang zwar ein ausserordentlich präziser sein, aber die Musik oder die Sprache würden hart, leblos und leise tönen.

Eingehende Versuche haben übereinstimmend ergeben, dass für jede Saalgrösse, für jede Raumform und für jede Art der akustischen Darbietung, wie Rede, Musikarten usw. ziemlich eng begrenzte optimale Nachhalldauern

gewährleistet sein müssen, die z. B. bei Parlamentsräumen von 5000 bis 15000 m³ Grösse unter 2 Sekunden liegen. Bei den in Genf zu erwartenden Raumvolumina des Saales dürften etwa  $2\frac{1}{4}$  Sekunden die äusserst stattliche Nachhalldauer sein. Die Physik gibt uns nun reichlich Methoden um die Nachhalldauer sowohl rechnerisch wie auch experimentell zu bestimmen. Auf die Einzelheiten hier einzugehen, würde zu weit führen; immerhin möge kurz angedeutet werden, auf welchem Gedankengang sich die Sache aufbaut.



Einheitlicher Maßstab 1 : 1200  
für die Abb. 19 bis 26.

Abb. 19. Projekt  
Le Corbusier - Lyon.

Musterhafte geometr. Durchbildung im Längsschnitt, teilweise auch im Grundriss gute Form, die punktierten Schallwege zeigen zwar bereits gefährliche Verschleppung; schade, dass für den Querschnitt nur ein generelles Profil vorhanden ist, sodass die vollständige geometr.-räumliche Nachprüfung einstweilen nicht gemacht werden kann. Die Deckenform

ist für Schalleitung nach hinten sorgfältig disponiert, Boden und Galerie erfordern stärkst mögliche Dämpfung, was bei der sehr breiten Sitzfläche der 400 Delegierten nur ungenügend möglich ist. Volumen rund 40000 m<sup>3</sup>, Grundfläche rund 3000 m<sup>2</sup>; Seitenwände und Oberlicht mattes Glas. Für baukonstruktive Einzelheiten siehe „S. B. Z.“ Nr. 2 (9. Juli d. J.). Vergl. auch Abb. 27 auf Seite 64.

Eine Schallquelle sendet eine kugelförmige Luftverdichtungs- und Verdünnungswelle aus, deren Bewegung sich den benachbarten Luftteilchen mitteilt und zwar mit einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von rund 340 m pro Sekunde. Dabei bleibt die Wellenfront, solange sie sich in homogener Luft ausdehnt, und nicht auf Hindernisse stößt, kugelförmig. Im geschlossenen Raum jedoch wird schon nach einem Bruchteil einer Sekunde die gesamte ursprünglich kugelige Welle nicht mehr ungebrochen sein; denn sie ist an den Raumbegrenzungsfächern bereits überall auf Hindernisse gestossen und musste daher ihre Ausbreitungsrichtung nach den allgemeinen Reflexionsgesetzen ändern, um, wieder nach einem Bruchteil einer Sekunde, einen neuen Rückwurfsprozess zu erleiden, usw. Nun können wir die mittlere freie Schallweglänge nach der Gasmoleköl-Stoss-Theorie berechnen, also auch die Anzahl der im Durchschnitt pro Sekunde erfolgenden Rückwürfe sämtlicher Schall- „Strahlen“. Wir wissen ferner, dass die aufprallende Schallwelle bei jedem Rückwurfsprozess einen Teil ihrer Energie einbüsst, und kennen auch die Verlust-Koeffizienten beim Rückwurf an den verschiedensten Oberflächenarten, die beim Innenausbau von Räumen vorkommen, sowie den schalldämpfenden Einfluss der anwesenden Menschen und die Schallmengen, die die verschiedenen Quellen (Musik-Instrumente, Sprechorgan usw.) in den Saal senden. Wir kennen schliesslich die Reizschwellenwerte, auf die unser Ohr im Durchschnitt gerade noch reagiert, und können den Einfluss von Luftsichtungen (Heizung und Ventilation) und der unvermeidlichen Nebengeräusche berücksichtigen, sodass wir alle Daten besitzen, um die Nachhalldauer schon im voraus, wenn der Bau erst auf dem Papier besteht, zu berechnen, und darnach zu beurteilen, ob die in dem betreffenden Raume zu erwartende aktuelle Nachhalldauer auch mit den empirisch ermittelten, für das Ohr günstigsten Werten übereinstimmt.

Diese Erkenntnis wurde erst vor rund 30 Jahren von dem genialen, leider früh verstorbenen, amerikanischen Physiker *Wallace Clement Sabine* gewonnen und formuliert. Seine Untersuchungen sind der Wendepunkt in der Raum-Akustik; sie haben sich in den verschiedensten Anwendungsfällen bewährt, wogegen die alte, auf blosser geometrischer Gleichsetzung zwischen optischer und akustischer „Strahlen“-Reflexion basierende Theorie den komplexen Rückwurf-Vorgang nicht in seinem wahren Wesen als Energie-Austausch-Problem erfasst hatte. Tatsächlich ist ja die geometrische Darstellung auch masstablos; man kann sie anwenden auf einen Raum von 1 m Länge und ebenso-

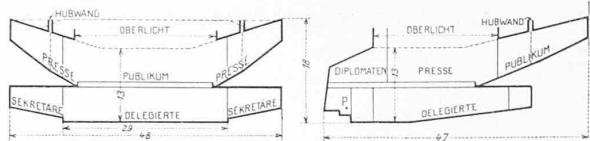


Abb. 20. Vorschlag F. M. Osswald (Hors concours) für einen akustisch-optimalen Saal mit minimalem Volumen bei 2700 Plätzen.

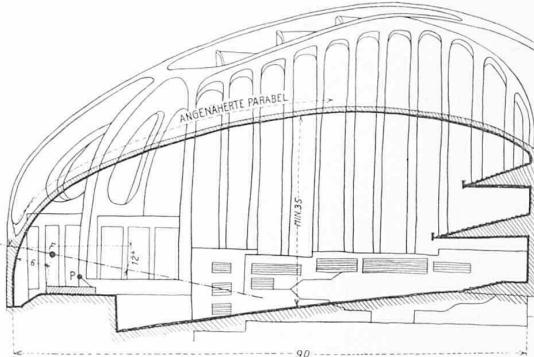


Abb. 21. Typ: *Riesen-Raum*

gut auf einen solchen von 1000 m Länge. Damit soll nicht gesagt sein, dass wir heute die geometrische Seite ganz bei Seite lassen: sie ist immer noch ein sehr schätzbares Ergänzungsmittel zur energetischen Behandlung bei der Beurteilung ungleicher Schallverteilung und bei Echowir- kungen. Wir haben heute ausgezeichnete photographische Methoden zur direkten Sichtbarmachung der Schallrückwürfe in komplizierten Profilschnitten. Natürlich muss eine geometrische Untersuchung nicht bloss zweidimensional, in einer uns gerade passenden Ebene angestellt werden, sondern dreidimensional, körperlich, was allerdings zeichnerisch, selbst bei sehr einfachen Raumformen, schon nach den ersten Rückwürfen sehr kompliziert wird.

Kehren wir zurück zur vorliegenden Planungsaufgabe, so finden wir schon die Aufteilung der Gebäude auf dem Gelände akustisch interessant. Im Westen des Parkes verläuft die geräuschvolle Rue de Lausanne, und es ist daher geboten, den ruhebedürftigen Versammlungssaal möglichst weit ab und unter Verwertung des schallabschirmenden Baumbestandes des Parkes und weiterer Gebäude Teile zu sichern. Fast alle Bewerber haben dies getan; es ist jedoch fraglich, ob sie nicht eher durch die Geländeformation und zur Gewinnung der Aussicht nach dem See dazu gekommen sind. Eine bezügliche Andeutung findet sich ja auch im Programm.

Als weitere Schallstörungsherde sind innerhalb der Gebäude zu berücksichtigen: Maschinerie für Ventilation, Heizung, Kühlung, Lifts, Rohrposten, Druckerei usw., Auto-Zufahrt und -Parkierung. Die *Isolation* gegen derartige unerwünschte Geräusche wird grosse Schwierigkeiten bieten; umso mehr als beim Völkerbundbau die vorzüglich schalleitenden Beton-, Eisen- und Glas-Bauweisen vorherrschten dürften. Nur ein Projekt (Le Corbusier) hat solchen Fragen offensichtlich Aufmerksamkeit geschenkt.

Für die Saalform können wir mehrere Gruppen unterscheiden (Abbildungen 1 bis 18): Die traditionellen Typen des Parlamentssaales, rechteckig, halbkreisförmig, oktogonal usw., ferner mehr gerundete Formen, halbkreis, oval mit Stuhlung in der Längs- und Queraxe, kreisförmig (darunter ein mit einer 1. Ehrenmeldung ausgezeichnetes Projekt mit Sprechpunkt in der Mitte, Abb. 15). Dann geometrische Ausnahmsformen, keilförmig, Parabelformen usw. mit meistens gekrümmter Rückwand; diese Formen verraten deutlich, wo von akustischen Ueberlegungen ausgegangen wurde.

## ZUM PROBLEM DER AKUSTIK IM GROSSEN VERSAMMLUNGS-SAAL DES VÖLKERBUNDGEBAUDES IN GENF.

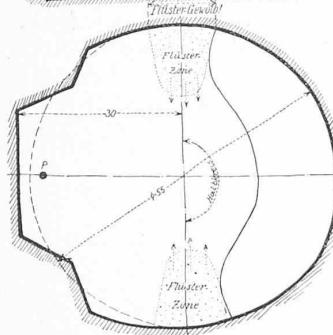
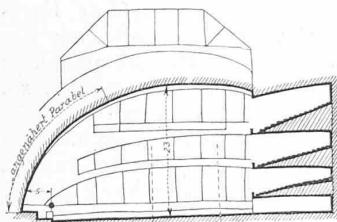


Abb. 22. Typ: Gedrücktes Paraboloid.

Im Längsschnitt nicht übel, doch sollte die horizontale Parabelaxe abwärts geneigt werden, wodurch sowohl Schalleitung wie Volumen besser würden. Parterrefläche rd.  $1800 \text{ m}^2$  + mindestens  $2000 \text{ m}^2$  Galerien: reichlich. Grundriss schlecht, Flüstergewölbe-Effekt im Hauptquerschnitt zu erwarten. Ungenügende allgemeine Lautheit, wahrscheinlich auch starke Schallschluckung bei den offenen reichlichen Vertikalrippen. Aktives Volumen über  $30.000 \text{ m}^3$  + Galerie-Anteil, total mindestens  $40.000 \text{ m}^3$ .

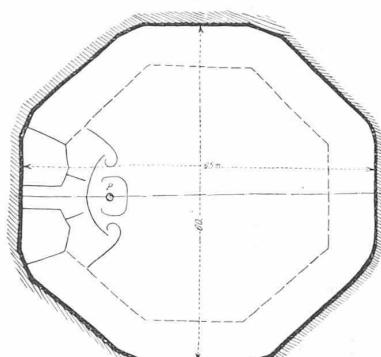
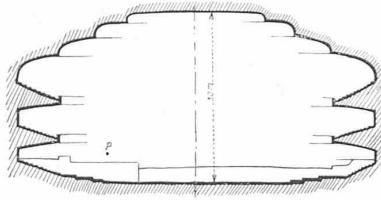


Abb. 23. Typ: Oktagon.

Generelle Anordnung gut. Volumen mindestens  $70.000 \text{ m}^3 = 27 \text{ m}^3/\text{Kopf}$ : verschwenderisch, ebenso Sitzfläche mindestens  $2500 \text{ m}^2$  im Parterre +  $2500 \text{ m}^2$  auf den zwei Galerien. Enorme Distanzen für die Sicht. Dieser Saaltyp kommt in mannigfachen Abwandlungen mit den verschiedensten Grundrissen in zahlreichen Projekten vor. Von der Mulden-Stufendecke sind mindestens  $6000 \text{ m}^3$  nur für das Auge. Akustik in diesem Raum hoffnungslos. Müsste und könnte allgemein stark verkleinert werden.

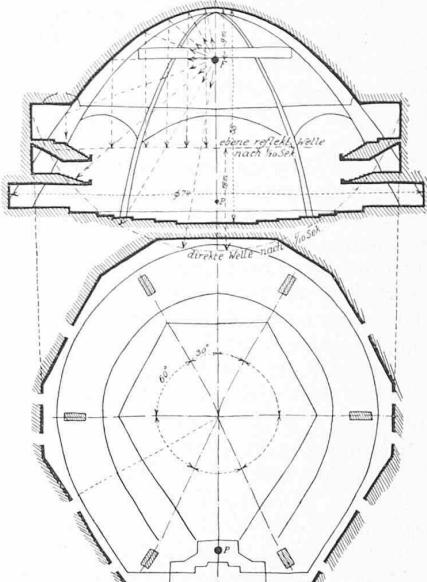


Abb. 24. Typ: Parabel-Dom.

Die in unserer Skizze vom Lautsprecher F aus eingezzeichneten Schall-Rückwürfe waren in den Projekt-Plänen nicht enthalten; sie beziehen sich auf unsern Text (Seite 0, Spalte 0), und zeigen, dass der Rückwurf in einer ebenen Wellenfront erfolgt, aber bei grossem Öffnungswinkel und grosser Brennweite schon gefährliche Wegdifferenzen gegenüber der direkten Welle bringt. Wenn die Saalabmessungen nur  $\frac{1}{3}$  des Projektes wären, so wäre diese Parabel-Form diskutierbar.

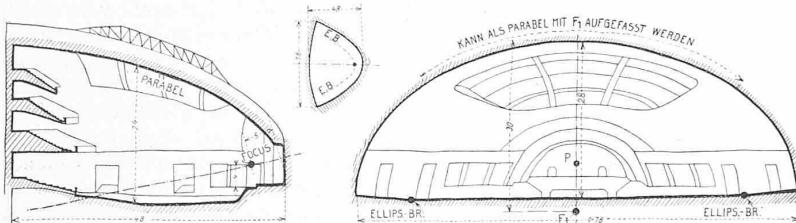


Abb. 25. Typ: Breit-Geometrisch.

Über gerundetem Grundrisskeil. Volumen mindestens  $45.000 \text{ m}^3 = 17 \text{ m}^3/\text{Kopf}$ . Mindestens  $3000 \text{ m}^2$  Parterrefläche + drei Galerien, total vielleicht  $5000 \text{ m}^2$  Sitzfläche. Querschnitte vermutlich sämlich elliptisch: Für Saalgeräusche sind die Brennpunkt-Zonen in der Höhe des Horizontes „E. B.“ empfindlich. Mittelstück der Decke kann als Kreis- oder Parabelstück gelten. Die Rückwand ist akustisch reichlich gedämpft durch dreistöckige Galerie. Oberlicht akustisch gut disponiert.

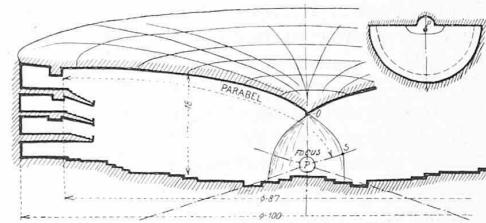


Abb. 26. Typ: Radial-Paraboloid.

Zu Abb. 26: Origineller Vorschlag mit Rotation der Parabel um schiefen Brennpunkt-Sekante; Nische hinter dem Redner ist Ergänzung des Paraboloidteiles O-S. Bei P entsteht Konzentration sämtlicher Saalgeräusche. Beliebige Punkte des Saales haben Flüstergewölbe-Verbindung via Brennpunkt. Volumen trotz der riesigen Horizontalabmessungen verhältnismässig klein: rd.  $55.000 \text{ m}^3 = 20 \text{ m}^3/\text{Kopf}$ ; Grundfläche rd.  $3000 \text{ m}^2$ , dazu drei Galerien, übereichlich.

Bei der Decke ist die Auswahl noch grösser: Mehrfache Deckenstaffelungen, Stalaktitengebilde, Kugelkalotten, Rotations-Paraboloiden, reine und gedrückte Ellipsoide, Eiformen usw., ferner eingesenkte Decken, dies alles in mannigfaltigen Kombinationen mit den Grundrissen. Die meisten Säle haben nur eine Galerie, andere zwei bis drei, ja vier Galerien, mit Sichtwinkeln, die zum Teil geradezu fahrlässig schlecht gewählt sind. Sehr hübsche Beispiele ordnen das gesamte Auditorium im ansteigenden Grundriss an; dies führt aber zu grossen Saal-Volumina und grossen Sichtweiten. Nach Stichproben schwanken die Volumina von minimal etwa  $28.000 \text{ m}^3$  bis  $50.000 \text{ m}^3$  (die meisten), dann eine beträchtliche Anzahl mit bis zu  $80.000 \text{ m}^3$  und eine glücklicherweise nur geringe Anzahl mit 100 bis  $120.000 \text{ m}^3$ ; die grössten weisen  $170.000 \text{ m}^3$  und über  $200.000 \text{ m}^3$  auf. Zum Vergleich diene: Der akustisch beürkundigte Nationalratsaal in Bern bleibt unter  $6.000 \text{ m}^3$ , der grosse Tonhalle in Zürich unter  $11.000 \text{ m}^3$ ! Die neue St. Antonius-Kirche in Basel hat nahezu  $20.000 \text{ m}^3$ , der Trocadero-Saal in Paris rund  $60.000 \text{ m}^3$ , Royal Albert Hall in London (ohne die zahlreichen Galerien und Logen)

rund  $80.000 \text{ m}^3$ . Dies sind alles Einheitsräume, die der Verfasser zum Teil selbst akustisch untersucht hat; die beiden letzteren sind für Instrumental- und Massendarbietungen grössten Stiles brauchbar, nicht aber für Redevortrag.

In den vorgeführten Skizzen ist eine Anzahl der im Wettbewerb vorgeschlagenen Ideen schematisch wiedergegeben. Die Volumina sind nur roh berechnet; es ist natürlich möglich, dass das eine oder andere Projekt in der akustischen Wertung etwelche Verschiebungen erfuhr, wenn eine genauere Untersuchung durchgeführt würde. Bei den hier vorliegenden Dimensionen zeigt aber schon die allerrohste Berechnung, dass die meisten Vorschläge akustisch ganz hoffnungslose Zustände ergeben würden. Man hat den Eindruck, als ob viele der Wettbewerber die vorgeschriebene Zahl von 2700 Plätzen als normale Menschenbesetzung angesehen und reichliche Zuschläge, besonders bei den Galerien, gemacht hätten.

Die „S. B. Z.“ wird in einer der nächsten Nummern Bilder und Pläne von den prämierten Projekten zeigen. Heute wollen wir uns mehr mit dem zum grössten Teil un-

prämierten Material befassen, das grell die Ratlosigkeit in akustischen Fragen beleuchtet. Der Entscheid des Preisgerichtes, so verblüffend er wirkte, ist unbedingt zu verstehen: keines der eingesandten Projekte hat nicht den einen oder andern schweren akustischen Defekt, sei es in der masslosen Volumenbemessung, sei es in groben geometrischen Fehlern, sei es in gutgemeinter aber missverstandener Anwendung von Brennpunkteigenschaften wie z. B. Abbildung 24, wo das Paraboloid senkrecht gestellt ist, über einem Grundriss von hufeisenförmiger Anordnung, mit Rednertribüne nahe der Wand. Dieses Projekt, als eine der akustisch interessantesten Entgleisungen, würde bei unveränderter Form und Stuhlanordnung brauchbar, wenn der Redner mit einem Mikrofon in eine Glaskabine gesetzt werden könnte, um hoch oben im Brennpunkt F der Kuppel einen mächtigen elektrischen Lautsprech-Apparat zu betätigen, wodurch das ganze Auditorium sozusagen einer „akustischen Dusche“ ausgesetzt wäre.

Soweit unser Rundgang unter den 377 ausgestellten Projekten erkennen liess, sind elektrische *Gross Lautsprecher* nicht in nennenswertem Umfange vorgeschlagen worden. Dies wäre übrigens auch aussichtslos, solange nicht verzerrungsfreie, mächtige Instrumente hergestellt werden können, deren Verteilung in den riesigen Einheitsälen sehr heikel wäre, da künstliches Echo und Miss-Orientierung der Schallherkunftsrichtung leicht zu unnatürlichem Hör-empfang führen. Die bezüglichen Erfahrungen mit grossen elektrischen Lautsprechern in viel kleineren Einheits-Sprechräumen waren bisher wenig ermutigend.

Interessant ist auch, dass in konventionell geformten Räumen kaum eigentliche *Schalldeckel* über der Redner-Tribüne vorgeschlagen sind, woraus geschlossen werden darf, dass unter den Wettbewerbern wenige Kirchenbauer waren; denn gut geformte und reichlich bemessene Schalldeckel sind in vielen Fällen wertvoll. Anderseits zeigt eine Reihe von Projekten die Ausbildung ganzer Wandflächen, ja der ganzen Saalform zum Schalldeckel. Dies hat aber in allen Fällen zu riesigen Volumina geführt.

Die Verwendung von *akustisch-geometrisch interessanten Formen*, d. h. von Formen mit reellen Brennpunkten oder Brennpunktzonen, ist übrigens ein zweischneidiges Schwert. Wenn ihnen auch für die Ausstrahlung von der Rednerbühne nach dem Auditorium hin gewisse Vorteile nicht abzusprechen sind, so gehen die Vorteile gleich wieder verloren, ja sie können leicht in empfindliche Nachteile umschlagen, wenn die Schallquelle aus dem Brennpunkt axial oder seitlich entfernt wird. Ferner wirken alle diese, mit Brennpunkt behafteten Flächen auch im umgekehrten Sinn als *Schallsammler*, sodass der Redner unter jedem im Saale entstehenden Geräusch (Papierschellen, Einzel-Unterhaltung, allgemeine Unruhe) leidet. Alle diese Geräusche werden in den Brennpunkt konzentriert, und dies umso vollkommener, also unerträglicher, je sorgfältiger die räumliche Brennpunktkonstruktion studiert war. Missverstehen der geometrischen Focuseigenschaften besonders in räumlicher Vorstellung, hat vielerorts übel mitgespielt, z. B. beim Radial-Paraboloid lt. Abbildung 26.

Einige Beispiele haben Brennpunktzonen hoch oben im Deckengewölbe; dies ist schon viel besser, da das „Strahlen“-Bündel sich nach Durchwanderung des Brennpunktes wieder verbreitert, bis es zum Hörhorizont gelangt. Schwer verständlich ist, dass heute noch so grosse Hoffnungen auf Spezial-Kurven und -Flächen gesetzt werden, wo man doch aus unzähligen Beispielen weiß, dass ebene Flächen sich besser bewährt haben.

Ein weiterer Gedanke, der gegen die Verwendung solch akustisch-geometrischer Raumformen spricht, ist der, dass der einmal gebaute Saal ohne tiefgreifende Ummodellung nicht mehr verändert werden kann. Wer aber kann heute sagen, wie die spätere aktuelle Menschenbesetzung sein wird, ob nicht der Völkerbund eines Tages mit weniger Leuten auskommen kann, und es ist daher dringend zu empfehlen, diesen Saal derart zu formen, dass Möglichkeiten geboten sind für spätere Verkleinerung.

Das weitaus interessanteste und in der Gesamtauflassung hervorstechende Projekt stammt von den Architekten Le Corbusier-Jeanneret in Verbindung mit Gustave Lyon in Paris<sup>1)</sup>. Die in Abbildung 27 beigegebene Nachprüfung des Originalplanes ergibt, dass die Decke aus vier Kurven besteht: A kann als Kreis oder Parabel aufgefasst werden, mit Brennpunktwieite 4 m und horizontaler Axe. Die Stücke B und C sind nahezu Parabeln mit ungefähr 8 m Brennweite und verschiedenen geneigten Axen. Das Stück D hat kürzere Brennweite, etwa 6 1/2 m. Interessant ist die verschiedene Neigung der Axen, wodurch der Mangel an Schalldichte beim hintern Auditorium ausgeglichen werden soll, ferner, dass die Einzel-Brennpunkte (a, b, c und d) nicht mit dem Rednerplatz P zusammenfallen.

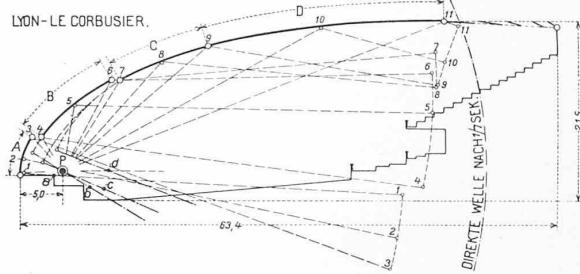


Abb. 27. Vergleich der Reflex-Schallwege 1 bis 11 nach 1/7 sek mit der direkten Welle im gleichen Zeitraum, in der Ebene des axialen Vertikal-Längsschnittes des Saalprojektes Lyon-Le Corbusier. — 1:800.

Im Grundriss (Abb. 19) ist die Wand hinter dem Redner ebenfalls als gestaltete Kurven-Kombination ausgebildet; ähnlich ist der Querschnitt gedacht, der leider nur schematisch angegeben ist. Die komplexe räumliche Schallführung dürfte zeichnerisch und konstruktiv ein Kunstwerk werden. Aber auch diesem Projekt haftet der Nachteil zu grossen Volumens an (40 000 m<sup>3</sup>). Man darf nicht vergessen, dass die sehr grossen akustischen Wellenlängen lange nicht so präzis zurückgeworfen werden wie die bis 10<sup>7</sup> mal kürzern Lichtwellen, und dass jeder vom Schall getroffene Punkt einer Oberfläche selbst wieder wie eine Schallquelle wirkt, und zwar nach allen Richtungen, sodass auch in diesem, theoretisch bestechenden Raum eine zu grosse Nachhalldauer erwartet werden muss. Es kommt noch dazu, dass die ausgedehnte Verwendung von Glasflächen akustisch noch nicht erprobt ist; es ist fraglich, ob Glas ähnlich schallveredelnd wirkt, wie dies z. B. bei Holztäfeln empfunden wird. Die Lüfterneuerung wird akustisch nicht ohne Einfluss sein, da die mittlere Luft-Geschwindigkeiten der „aération ponctuelle“ ausserordentlich klein sind, sodass sich bei Dauersitzungen Luft-Schichtungen bilden, die merkbare Schall-Abbiegungen bewirken können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die übergrosse Mehrzahl der 377 Wettbewerber der Lösung der akustischen Frage unsicher, ja hilflos gegenüberstand. Die Raumbemessung ist in eine phantastische Inflation ausgeartet; die mittlere Lautheit und ihre Verteilung sind in fast allen Fällen ganz unzureichend, handelt es sich doch hier nicht um einen Konzertsaal, wo das Orchester nach Bedürfnis mehrfach besetzt werden kann, oder wo der Orgelbauer die Zahl der klingenden Stimmen der Raumgrösse und Form anpassen kann, sondern um einen *Redner-Raum* zur Entfaltung einer einzelnen menschlichen Stimme, deren Energieabgabe von Natur aus beschränkt ist, und mit der schon in Räumen von weit unter 10 000 m<sup>3</sup> nicht haushälterisch genug umgegangen werden kann.

Man muss die Klagen der Musiker, Prediger und Redner selbst angehört haben, wie die akustischen Schwierigkeiten in Sälen und Kirchen mit der Grösse des Volumens

<sup>1)</sup> Eingehende Darstellung siehe „S. B. Z.“, Nr. 2 (9. Juli d. J.). Bei diesem Anlass sei berichtigend mitgeteilt, dass die beiden Architekten nicht Brüder, sondern Vettern sind. Le Corbusier heisst Charles Edouard Jeanneret und ist aus La Chaux-de-Fonds, wogegen Pierre Jeanneret aus Genf nach Paris übersiedelt ist.

Red.

rapid zunehmen, um die Hauptregel der Raumakustik aufzustellen: Musiksäle über 30 000 m<sup>3</sup> sind fast nicht mehr befriedigend zu gestalten; Sprechräume von 15000 m<sup>3</sup> erfordern bereits ausserordentliche akustische Massnahmen und solche von 20 000 bis zu 25 000 m<sup>3</sup> können nur in allerseltesten Fällen einigermassen befriedigend gestaltet werden. Nicht nur die akustischen Schwierigkeiten schwelen ins Unbemeisterbare, auch Heizung, Lüftung usw., Reinigung, sowie allgemeine Erstellungs- und Unterhaltkosten wachsen rapid. Man hätte beim vorliegenden Völkerbund-Projekt von der im Programm verlangten äussersten Oekonomie ausgehen sollen, als ob der Projektierende den Bau erst selbst finanzieren und später selbst gebrauchen und aus eigenen Mitteln unterhalten müsste.

Die Zeiten sind vorbei, da nur für das staunende Auge gebaut werden konnte, wo die Versammlung grosser Menschenmengen vielfach als überwiegend gesellschaftlich-repräsentative Angelegenheit galt. Die Handlungen im Völkerbundsaal sind zu wichtig und folgenschwer, als dass man vitale Zweckmässigkeitsfragen in Details oder gar im Grossen blosser Repräsentation zu opfern wagen dürfte. Ein tüchtiger Architekt kann auch aus einer bescheidenen Raumform etwas gediegenes machen. Es wäre zudem sehr zu begrüssen, wenn die Frage der maximal nötigen Platzzahl gründlich wiedererwogen, und auf das wirklich alleräusserste Minimum des Menschen-Fassungsvermögens reduziert würde; das gleiche gilt auch von den Einzelplatz-Flächen.

Es ist sehr zu bedauern, dass die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika am Wettbewerb nicht offiziell teilnehmen konnten. Dort hätte man auf bessere Einschätzung der akustischen Schwierigkeiten mit riesigen Volumina rechnen können, und es wären gewiss äusserst interessante Vorschläge zu erwarten gewesen.

Das in Genf ausgestellte überreiche Material bot eine einzigartige Gelegenheit, sich die akustischen Schwierigkeiten von Riesenräumen zu vergegenwärtigen. Wir haben die zum grössten Teil uns unbekannten Verfasser der hier skizzierten und diskutierten Ideen nicht genannt, um jeden Eindruck persönlicher Kritik zu vermeiden. Es lag uns nur daran, dazu beizutragen, dass, wenn einmal dieser Völkerbundbau oder ähnliche Grossbauten zur Ausführung kommen, der Frage der Raumakustik die ihr gebührende Aufmerksamkeit geschenkt werde.

Diese Ausführungen und der nachfolgend hinzugefügte Vorschlag bezwecken darzutun, dass man den akustischen Schwierigkeiten des grossen Völkerbund-Saales am wirksamsten begegnet, indem man das Volumen auf das allermindeste zusammendrückt. Ueber ästhetische Forderungen der Raumwirkung kann man verschiedener Ansicht sein, aber die physikalischen und physiologischen Naturerscheinungen bei der Schallquelle (menschlicher Sprech-Apparat), bei der Uebertragung (Saalraum), und beim Empfänger (das menschliche unbewaffnete Ohr) unterliegen unabänderlichen Naturgesetzen.

#### VORSCHLAG DES VERFASSERS FÜR EINE AKUSTISCH-OPTIMALE SAALFORM MIT MINIMALEM VOLUMEN.

Das nachstehend beschriebene schematische Projekt war gleich nach Bekanntwerden des Programms entstanden, als blosse Privatstudie, die weder mitkonkurrierte, noch bisher veröffentlicht wurde. Wegleitend dafür waren rein akustische Bedingungen, in der Annahme, eine gute Akustik sei die Hauptsache. Der erste rohe Ueberschlag führte auf ein Saal-Volumen von über 20 000 m<sup>3</sup>, ein zwar schon beunruhigend hoher Wert, der aber, verglichen mit den Wettbewerbs Projekten in Genf, wo die Saal-Volumina das zwei-, drei- bis vielfache betragen, sich noch sehr bescheiden darstellt. Das Studium verschiedener Varianten führte auf Volumina zwischen 15 000 und 20 000 m<sup>3</sup>; das letzte ist in der beigefügten schematischen Darstellung (Abbildung 20 auf Seite 62) gezeigt für folgende Verhältnisse (laut Wettbewerbs-Programm):

Sitzfläche, brutto		
Präsident und Rednerpartie	150 m <sup>2</sup>	
400 Delegierte zu 2,3 m <sup>2</sup>	920 m <sup>2</sup>	Parterre 1600 m <sup>2</sup>
2 × (50 + 150) Sekretäre	530 m <sup>2</sup>	
250 Diplomaten und Eingeladene		
600 Pressevertreter		
1000 Publikum		
Im Ganzen 2675 Plätze		2870 m <sup>2</sup>
		Galerien 1270 m <sup>2</sup>

Mit Rücksicht auf nicht zu steile Neigung der Galerien, und um nicht zu grosse Höhe zu erhalten, wurde zweigeschossige Anordnung gewählt mit eingesenkter Mitteldecke. Der Mittelraum des Saales von nahezu 30 auf 30 m erhebt sich bis zur Oberlicht-Decke auf 13 m lichte Höhe (wie der grosse Tonhallesaal in Zürich); die grössten Abmessungen, bis in die Galerietiefen, sind 47 und 48 m im Grundriss, und 18 m Höhe; das Gesamtvolumen beträgt rund 20 000 m<sup>3</sup>.

Absichtlich wurden keine gekrümmten Umwandungsflächen verwendet: sie würden die akustische Verwendungsmöglichkeit des Saales zu sehr einengen. Eigene Erfahrung bei viel kleineren Räumen haben immer wieder die Gefährlichkeit und akustische Unelastizität von krummflächigen Sälen gezeigt. Die einfachen ebenen Flächen sind geometrisch und reflektorisch klar taxierbar.

Die Galerien sind sehr tief, doch werden sie in ihrer ganzen Ausdehnung nur bei maximal besetztem Haus (2675 Personen) benötigt und können durch Hubwände bis auf die Hälfte verkleinert werden, woraus jederzeit eine Volumenverminderung des Saales bis auf rund 17 000 m<sup>3</sup> mit 1550 Sitzplätzen hergestellt werden kann, ein Volumen, das akustisch immer noch schwer bemeisterbar, aber nicht mehr hoffnungslos ist.

Lokale, zum Teil schwere Dämpfung ist an gewissen Stellen nötig. Anderseits wird die Lautheit der Rednerstimme bei den hintersten Sitzreihen merkbar vermindert sein. Deshalb ist eine Anzahl individuell angeordneter elektrischer Lautsprecher von nur ganz mässiger Stärke in den hintern Teilen der Saal- und Galerietaschen zur *lokalen* Lautheitsunterstützung vorgesehen; diese „Halblautsprecher“ dürfen also nicht in den Hauptraum hinaustönen, sondern nur engbegrenzten Wirkungskreis haben. Die Steuer-Mikrophone sind nicht beim Redner aufgestellt, sondern an solchen Stellen der Decke, wo sie, möglichst weit von der Menschenfläche, erfahrungsgemäss den reinern Höhenschall aufnehmen. Wären die Mikrophone beim Rednerplatz, so würde künstliches Echo, bezw. Schallwiederholung erzeugt, weil die elektrische Übertragung momentan erfolgt, wogegen die auf dem Luftweg wandernde Schallwelle bis zu  $\frac{1}{8}$  Sekunde später das Ohr erreicht. In diesem Raum und in der vorgesehenen Art wird es möglich sein, die Zeitdifferenz zwischen elektrischem und auf dem Luftweg kommenden Schall innerhalb  $\frac{1}{50}$  Sekunde zu halten, welches Intervall durch das Ohr längst nicht mehr störend empfunden wird.

Für den Nachhall kommen nur der Mittelraum und etwa die Hälfte der Saal-Ausbuchtungen in Frage, d. h. rund 12 000 m<sup>3</sup>, ein Volumen, das nach dem heutigen Stand der Raumakustik für Sprechzwecke noch praktikabel ist. Die Neigung der Deckenflächen ist ganz zur positiven Schalleitung ausgebildet, ohne Rückkehr des Schalles nach der Rednertribüne; auch die Ausbildung der Decke im Einzelnen wird diesem Zwecke dienstbar gemacht. Säulenstellungen sind mit Absicht vermieden.

Heizung, Lüftung und Beleuchtung sind in einfacher Weise zu lösen; die Zwickel unter den Galerien sind für Garderoben und Zwischengänge, Leitungen, Kanäle u. a. m. sowie für die Konstruktion verwertbar.

Aufgabe des Architekten wird es sein, in möglichster Annäherung an die Dimensionen der Abbildung 20, dieser, dem realen Zweck des Saales bestmöglich entsprechenden Raumschale eine nicht nur das Ohr, sondern auch das Auge befriedigende Form zu geben.

Man muss sich vor allem über das Ineinandergreifen und die gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Faktoren im Klaren sein. Ein noch so schöner Gedankengang, ausgebaut ohne Fühlung mit den Nebenfaktoren, muss zu Fehllösungen führen; besonders muss die Grösse und Form des Saales der Grösse und der Qualität der akustischen Kräfte, im vorliegenden Fall also der Sprechsaal den akustischen Möglichkeiten des Redners und seiner Zuhörer angepasst sein. Einseitige Ueberschreitungen und Extrapolationen ins Ungewisse werden sich bitter rächen. Selbst bei unserm „Minimal-Saal“ sind wir schon genötigt, künstliche Hilfsmittel beizuziehen. Solange aber die klangverzerrenden Defekte der Gross-Lautsprecher nicht ausserordentlich verbessert sind, sind Saalabmessungen und Anordnungen, wie sie in Genf zur Schau gestellt waren, verfrüht; sie müssten mit Sicherheit zu gründlichen und folgenschweren Misserfolgen führen.

### † Achilles Schucan.

(Hierzu Tafel 5.)

Mit Direktor A. Schucan ist wohl einer der um ihr Land verdientesten Bündner nach reichlich vollbrachtem Lebenswerk zur ewigen Ruhe eingegangen. Die feine und versöhnende Art, die ihn vor den meisten seiner Landsleute auszeichnete, ist ihm wohl schon im milden Avignon in Südfrankreich in die Wiege gelegt worden, wo er am 1. März 1844 das Licht der Welt erblickte. Später schickten ihn seine aus Zuoz im Engadin stammenden Eltern, um einen ganzen Schweizer aus ihm zu machen, auf die Kantschule und das Eidgenössische Polytechnikum in Zürich, das er 1864 mit glänzendem Diplom und einem vollgepfropften Schulsack technischen Wissens verliess. Als Assistent des „Bezirksbauschaffners“ in Pirmasens begann er eine vielseitige Tätigkeit, namentlich auch in Hochbauten; seine ersten Erfahrungen im Bahnbau erarbeitete er sich als Bauführer des Loses Regensburg-Etterzhausen. So paarten sich in dem jungen Schucan, als er bei Ausbruch des deutsch-französischen Krieges 1870 nach sechsjähriger Auslandspraxis als Sektionsingenieur an die „Schweizerische Baugesellschaft der Jurabahn“ in die Heimat zurückkehrte, französische Höflichkeit mit deutscher Genauigkeit und Pünktlichkeit, hervorragende Vorzüge, die ihm zeitlebens eigen blieben. Nach seiner Wahl zum Kontrollingenieur beim Schweiz. Eisenbahndepartement und der 1879 erfolgten Beförderung zum Adjunkten des damaligen Eidg. Eisenbahninspektors wurde nach einer mehrjährigen lehrreichen Tätigkeit in dieser Funktion der Wunsch in ihm rege, die mehr kontrollierende, passive Stellung mit einer aktivern beim Bahnbau oder Bahnbetrieb zu vertauschen. Er übernahm deshalb im Jahre 1885 die Direktion der in Not geratenen Seetalbahn, siedelte nach Hochdorf über, überwand geschickt und erfolgreich die dortigen Schwierigkeiten und verlebte hier in selbständiger, befriedigender Stellung drei glückliche Jahre.

Unerwartet gelangte dann aus seiner engern Heimat die Anfrage an ihn, die Stelle eines Oberingenieurs und Betriebsinspektors der zu bauenden Schmalspurbahn Landquart-Davos zu übernehmen. Ich kann mich noch sehr gut erinnern, wie der Vater des Bündner Schmalspurbahnnetzes, W. J. Holsboer, als Gast meiner Eltern in seiner launigen Art einmal ausführlich erzählte, er habe, sobald ihm der Name Schucan für diesen hochwichtigen Posten genannt worden sei, freudig zugestimmt, dabei aber immer den Bezirksingenieur Schucan, den Vetter des ihm damals noch ganz unbekannten Erwählten, vor Augen gehabt. Als dann alles sich so ganz nach Programm und Wunsch entwickelte, habe er immer wieder dem guten Stern, der in schwersten Entschlüsse jeweilen über ihm gestanden sei, gedankt, und gedacht: „Holsboer, da hast du wieder einmal Glück gehabt“. Heute darf man mit Bezug auf Dir. Dr. A. Schucan und die Rh. B. verallgemeinert sagen: „Graubünden, da hast Du wieder einmal Glück gehabt“.

Die Aussicht, in seinem damals von Bahnen noch kaum berührten Heimatkanton eine vielversprechende Periode der Bahnentwicklung einleiten zu können, bewog Schucan, die angebotene Stelle anzunehmen, die er 1888 antrat, zuerst mit Sitz in Küblis, dann in Davos, und nach Eröffnung der Strecke Landquart-Chur-Thusis in Chur, als Direktor des nun erweiterten Bahnunternehmens, der „Rhätischen Bahn“. Ein ihm nahestehender Mitarbeiter schreibt hierzu: „An die Erreichung einer solch schönen Lebens-Aufgabe, in seinem geliebten Heimatkanton ein so grosses, für dessen wirtschaftliche Entwicklung so weittragende Bedeutung in sich schliessendes Werk bau- und betriebstechnisch zu leiten, hatte er nie zu hoffen gewagt, und allen, die ihm in seinen Bestrebungen beigestanden sind, fühlte er sich zeitlebens zu grossem Danke verpflichtet“. Volle 30 Jahre, bis zum 1. Oktober 1918, hat Dir. Achilles Schucan in Freud und Leid, von der blass 50 km langen Prättigauer-Bahn bis zum fertigen Ausbau des 277 km umspannenden Rhätischen Schmalspurbahnnetzes, auf diesem verantwortungsvollen Posten unseres kleinen kantonalen Staats-Haushaltes ausgehalten, und diese schwere Last bis in sein 75. Lebensjahr getragen. Bei seiner Arbeitsmethode, möglichst alles durch seine Hände gehen zu lassen und selbst durchzudenken, hat er im Grossen wie im Kleinen in diesen 30 Jahren eine Riesenarbeit geleistet. Und wenn unser ganz eigenartig komplizierter Kanton nach schweren Krisenjahren nunmehr wieder eher einer starken Entwicklung entgegen blicken darf, so hat er dies zum guten Teil einem seiner aufopferndsten und tätigsten Söhne, Achilles Schucan, zu verdanken. Eine wohlverdiente Anerkennung war es deshalb, dass der Bündnerische Ingenieur-Verein, den Schucan in der Uebergangsperiode vom Strassen- zum Eisenbahnbau präsidierte, ihn zum Ehrenmitglied erhob, worauf, als noch grössere Auszeichnung, die Ernennung zum Ehrenmitglied des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins, und anlässlich des 25 jährigen Bestehens der Rh.-B. und seines eigenen silbernen Dienstjubiläums die Verleihung des Ehrendoktors der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich folgten.

Minister Alfred v. Planta, der damalige Präsident der Rh.-B., kleidete den Dank Graubündens in der Jubiläums-Rede vom 8. Februar 1913 am treffendsten in den Satz: „Gerecht und unparteiisch nach oben wie nach unten, streng sachlich in der Erfassung aller Aufgaben, wohlmeinend für seine Untergebenen und treu besorgt um deren Wohlergehen, ein Vorbild für alle in der Gewissenhaftigkeit seiner Pflichterfüllung, anspruchslos und bescheiden, wie ein wahrhaft Grosser, so hat Schucan für unsere Sache gewirkt“.

Nun hat auch er, unser Leiter und Lehrer, die olympische Ruhe gefunden. Das dankbare Rh. B.-Personal und mit ihm sein geliebtes Bündnerland wird Achilles Schucan einen hohen Ehrenplatz in der glänzenden Verkehrsentwicklung Alt fry Raetiens zuerkennen.

G. Bener.

### Mitteilungen.

Kritische Betrachtungen über die Wertung von Verbrennungskraftmaschinen. Nach einem Vortrag von Prof. P. Langer von der Technischen Hochschule Aachen an der diesjährigen Hauptversammlung des V. D. I. Am 4. August d. J. wird das deutsche Patent auf den Viertaktmotor von Otto 50 Jahre alt. Nicht nur der Viertakt, sondern auch die Vorverdichtung vor der Verbrennung hat dieses DRP Nr. 582 in die Technik der Verbrennungsmaschinen eingeführt. Den vor 50 Jahren nicht unberechtigten Wunsch, den „Explosionsstoss“ durch eine künstliche Verlangsamung der Verbrennung zu vermeiden oder doch zu mildern, findet man heute unter dem Namen „Gleichdruckverbrennung“ bei Dieselmotoren wieder. Bei der Gleichtartigkeit der Wärmezufuhr und der Wärmekraftwirkung in allen Verbrennungskraftmaschinen darf der Gleichdruckprozess jedoch nicht als Kennzeichen der Unterscheidung für Diesel- oder Halbdieselmotoren genannt werden. — Infolge der verschiedenen Vergleichsprozesse für Gasmotoren und Dieselmotoren („Verpuffungsprozess“ und „Gleichdruckprozess“) ist eine Spaltung in die