

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	105/106 (1935)
Heft:	1
Artikel:	Die Pauluskirche und das Kirchgemeindehaus Zürich-Unterstrass: Arter & Risch, Architekten, Zürich
Autor:	Hottinger, M. / Morf, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-47370

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: 14.01.2026

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



Abb. 3. Das Kirchenschiff aus Südosten.



Abb. 2. Kirche und Kirchgemeindehaus Zürich-Unterstrass mit je einer Pfarrwohnung links und rechts.

Die Pauluskirche und das Kirchgemeindehaus Zürich-Unterstrass

ARTER & RISCH, Architekten, Zürich.

(Mit Tafeln 1 und 2.)

Nach 20 Monaten Bauzeit wurde im Januar 1934 die Pauluskirche eingeweiht, nachdem das Kirchgemeindehaus schon am 1. Oktober 1933 bezogen worden war.

Gegenüber dem Wettbewerbuprojekt („SBZ“, Bd. 94, S. 330*; 28. Dez. 1929), haben sich bei der Ausführung nur unwesentliche Änderungen ergeben. Durch Verbreiterung des Platzes vor dem Haupteingang wurde die Vorfahrtsmöglichkeit von der Milchbuckstrasse her geschaffen, das Kirchgemeindehaus wurde vollständig unterkellert und ausgebaut. In diesem Untergeschoss hat man u. a. eine Mütterberatungsstelle geschaffen, ferner eine leistungsfähige Teeküche mit Vorratsräumen, die durch einen Speisenaufzug mit der Anrichte beim Saal verbunden ist. Außerdem dient eine durchgehende Diensttreppe dem Wirtschaftsverkehr. Eine äussere Änderung brachte die Forderung von Ziegeldächern mit sich, die allerdings so flach als möglich gestaltet wurden.

Die Kirche ist als Backsteinbau, der Turm als armierter Betonbau mit Verkleidung aus Muschelkalkstein von Estavayer, durch Locher & Cie. ausgeführt. Dachstuhl und Decke der Kirche sind aus Holz konstruiert, die letzteren hauptsächlich aus akustischen Gründen. Die Baugrund-Untersuchungen leitete Geologe Dr. J. Hug. Für die Arbeiten aus armiertem Beton wurde eine Konkurrenz unter vier Ingenieurfirmen durchgeführt, die Prof. M. Ritter als Experte leitete; die Eisenbetonarbeiten des Turmes und der Kirche samt ihrem Dachstuhl (Abb. 8, S. 8) wurden demgemäß den Ingenieuren Schubert & Schwarzenbach, jene des Kirchgemeindehauses Ing. Maillart & Cie. übertragen. Das Kirchgemeindehaus ist in gemischter Bauweise aus Backsteinmauerwerk und Eisenbeton durch Ed. Hess & Cie. erstellt worden. Der Dachstuhl samt Decke über den grösseren Sälen (Abb. 9, S. 8) ist aus armiertem Beton, die Pfarrhäuser haben Dachstühle aus Holz.

Für den plastischen Schmuck hat man von vier Bildhauern Entwürfe bestellt, zu deren Beurteilung Bildhauer Jakob Probst aus Basel zugezogen wurde. Für beide Aufgaben sind die Entwürfe von Bildhauer Otto Kappeler zur Ausführung empfohlen und gewählt worden: zwischen den

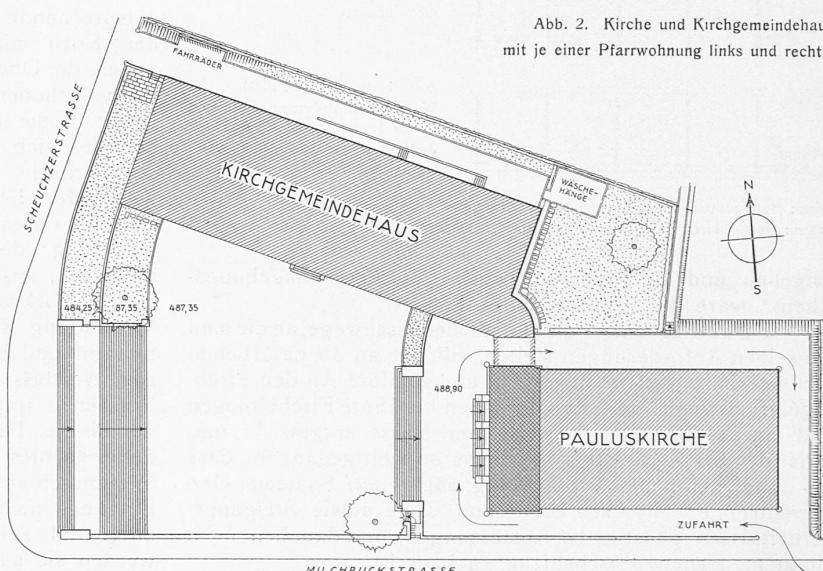


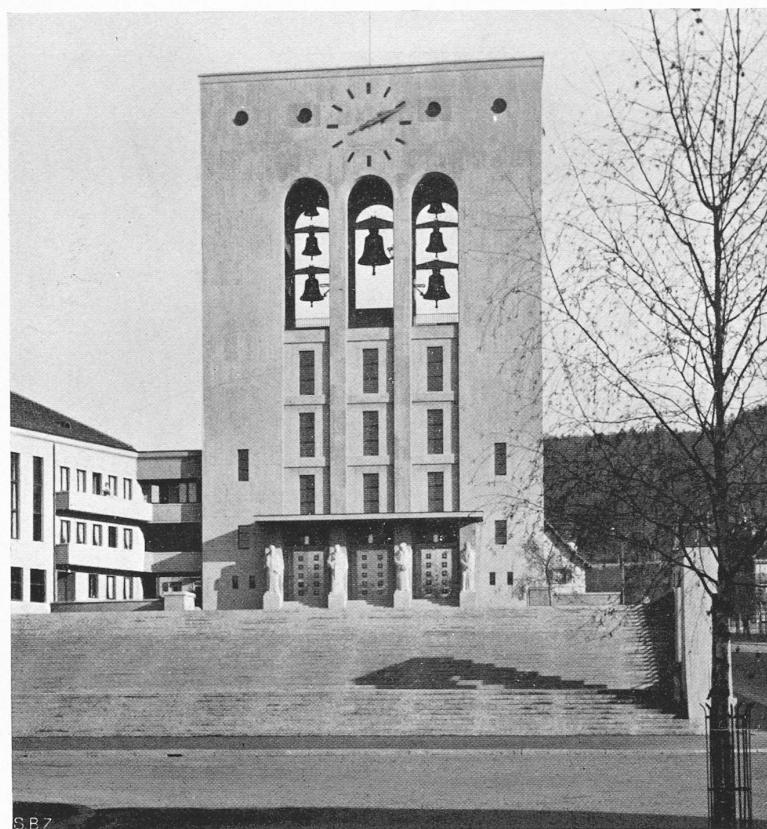
Abb. 1. Lageplan von Kirche und Gemeindehaus Zürich-Unterstrass. — Masstab 1 : 1000.

Kirchentüren die Figuren Zwinglis, Luthers, Calvins und Bullingers, auf dem Pfeiler bei der Freitreppe die Bekrönung des Apostels Paulus. Der Würenloser Muschelkalkstein dieser Plastiken ist etwas feinkörniger als der Stein der Turmverkleidung aus Estavayer.

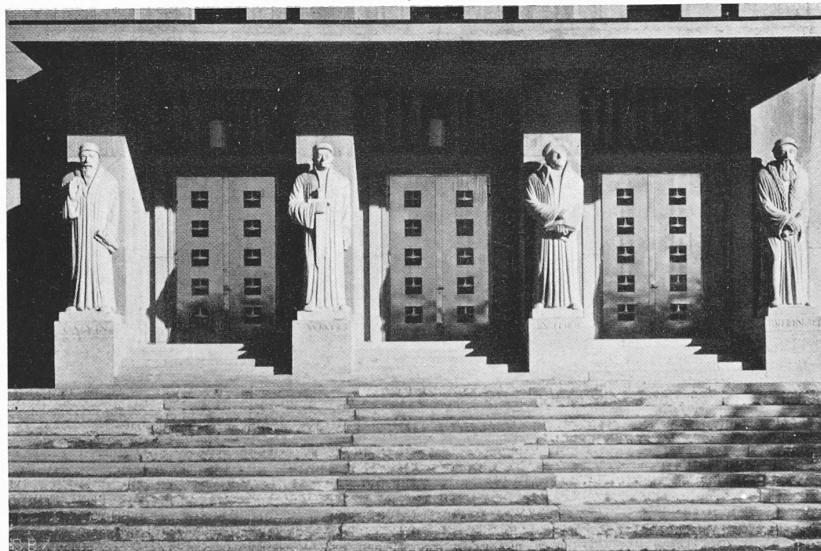
Die Disposition für das siebenstimmige, von der Firma Rüetschi & Cie. in Aarau gegossene Geläute hat Dr. J. Strauss



Abb. 4. Montage der Glocken aus der Glockengiesserei Rüetschi & Cie., Aarau.



DER GLOCKENTURM MIT DEN HAUPTPORTALEN DER KIRCHE
LINKS PFARRWOHNUNG UND KIRCHGEMEINDEHAUS



DIE REFORMATOREN CALVIN, ZWINGLI, LUTHER UND BULLINGER, VON BILDHAUER O. KAPPELER

DIE PAULUSKIRCHE IN ZÜRICH-UNTERSTRASS

ARCHITEKTEN ARTER & RISCH, ZÜRICH



DAS INNERE DER PAULUSKIRCHE IN ZÜRICH-UNTERSTRASS

ARCHITEKTEN ARTER & RISCH, ZÜRICH



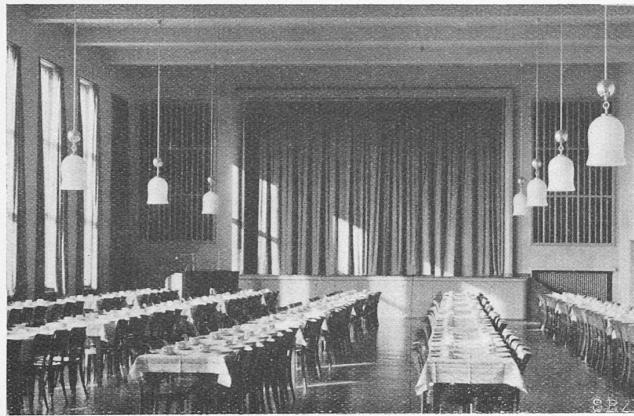


Abb. 6. Grosser Saal im Kirchgemeindehaus.

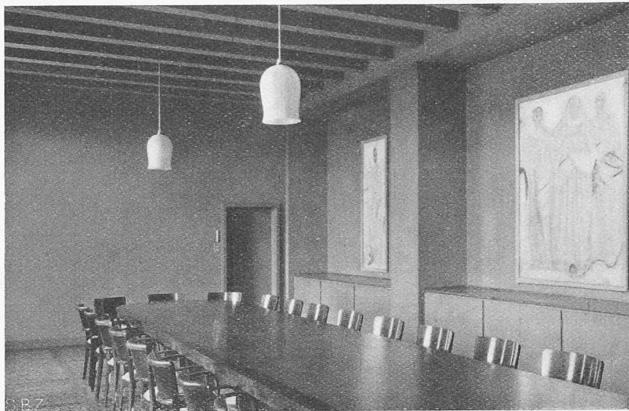


Abb. 7. Sitzungszimmer der Kirchenpflege im Turm.

getroffen, dessen Mitwirkung namentlich angesichts der neuartigen Anordnung und Lagerung des Geläutes sehr wertvoll war. Anfängliche Bedenken in bezug auf die Schallfortpflanzung in der Kirche erwiesen sich in der Folge als nicht begründet. Trotzdem wurden die Glocken zu besserer Schallisolation auf Eichenbalken gelagert, die ihrerseits auf den Eisenbetontraversen ruhen. Zwischen Eichen- und Betonbalken liegt eine Isolierschicht. Die Glocken werden durch Läutemaschinen mit Einzelantrieb, System Sträuli, geläutet. Das Geläute wiegt 17 000 kg.

Der Saal im *Kirchgemeindehaus* dient sowohl kirchlichen als gesellschaftlichen Zwecken. Die Farbgebung war angesichts dieser Doppelseitigkeit nicht ganz einfach. Der Raum muss ernst wirken, dabei aber auch freundlich und stimmungsanregend. Es wurde ein helles, gedämpftes Rot für Wand und Decke gewählt, in den Vorhängen und bei den Holzteilen etwas gesteigert. Die gute Akustik des Saales ist ohne irgend ein künstliches Mittel erreicht, sie beruht zweifellos in erster Linie auf den Proportionen des

Raumes und wird durch die Unterzüge, die die Decke in die Binderfelder gliedern, günstig beeinflusst.

Die Trennwand ist eine mit Sperrholzplatten verkleidete Eisenkonstruktion, die von Hand in wenigen Minuten aufgezogen werden kann. Die Bühneneinrichtung wurde durch die Firma Isler, Theatermaler, disponiert und enthält das Notwendigste in bezug auf Beleuchtung und Stafagen. Eine Kinokabine liegt hinter der Rückwand des kleinen Saales. Die Fenster können verdunkelt werden. Auch eine kleine Orgel von 17 Registern, von Gebr. Metzler, ist neben der Bühne eingebaut worden. Orgelexperte Schiess in Olten hat sowohl diese als die von der Firma Kuhn in Männedorf geschaffene Orgel der Kirche mit 52 Registern disponiert und die Erstellung sorgfältig überwacht. Beide Orgeln sind nach dem Schleifladen-System gebaut. Im grossen Saal und in der Kirche sind Schwerhörer-Anlagen vorhanden.

Das Kirchenschiff umfasst 726 Sitzplätze von 55/85 cm, die erste Empore 215, die zweite 111. Auf der Sänger-Empore haben etwa 120 Sänger Raum, außerdem ein Orchester von 25 bis 30 Personen.

Die farbige Stimmung des Kirchenraumes ist wesentlich durch das Fenster von Augusto Giacometti beeinflusst, das sich in der Mittelaxe zwischen der Orgel als optischer Sammelpunkt und einziger eigentlicher Schmuck des Raumes darbietet. Ein warmes, ruhiges Grau zieht sich über Wände und Decke. Die Bänke sind in einem dunkelgrauen Ton gebeizt; die Bündnerquarzit-Bodenplatten wirken ebenfalls als Komponente in der Symphonie in Grau mit. Der diskrete Farbton genügt in Verbindung mit der reichen plastischen Wirkung von Wänden und Decke, die sich aus den gewählten

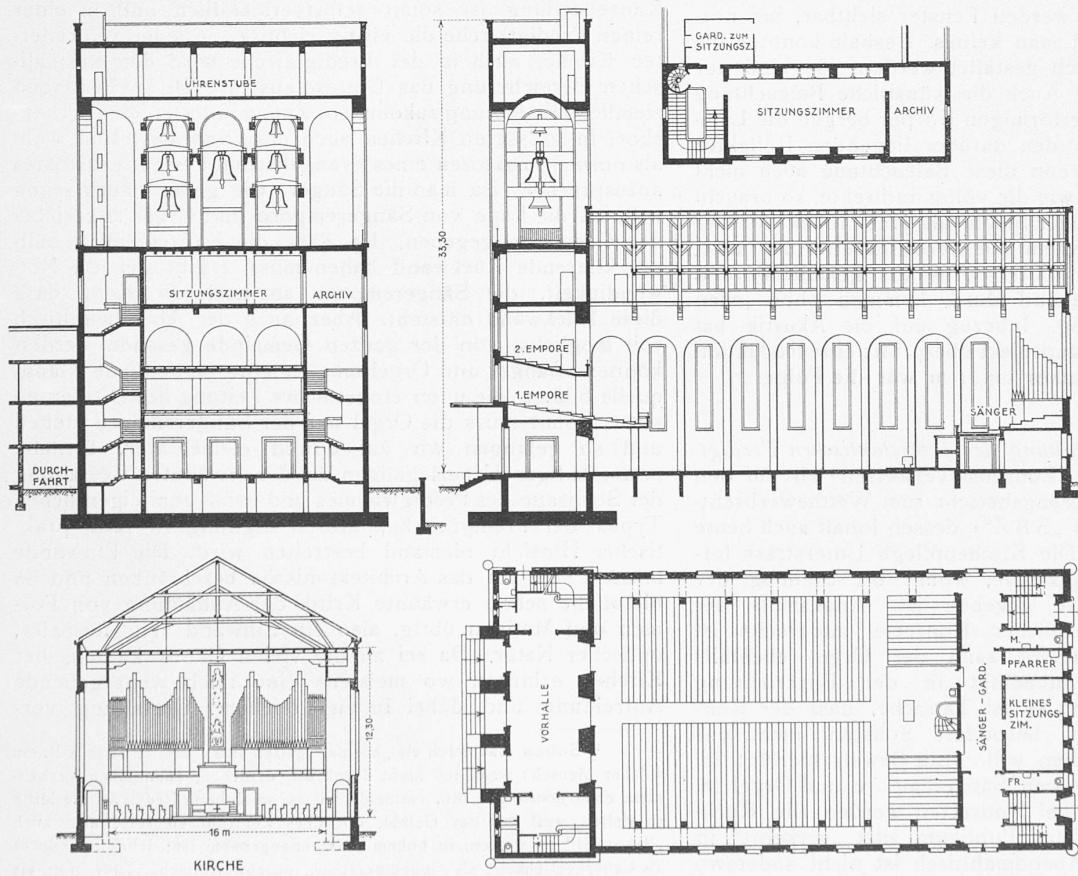


Abb. 5. Grundrisse und Schnitte von Kirche und Glockenturm. — Massstab 1:500.

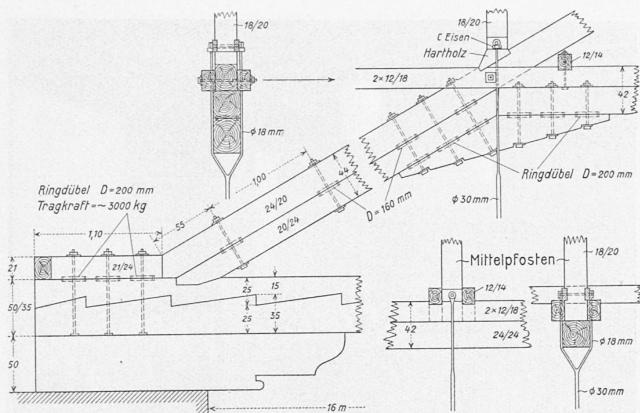


Abb. 8. Einzelheiten des hölzernen Dachstuhls der Pauluskirche.
Ingenieure Schubert & Schwarzenbach, Zürich.

Konstruktionen auf natürliche Art ergibt, vollkommen, um der Kirche eine warme und doch würdige Stimmung zu verleihen. Die Farbe des weissen Metalles, die sich durch den ganzen Kirchenraum hinzieht, gehört allerdings auch zur ganzen Farbenrechnung. So wurden die Türen neben der Kanzel, Brüstungsstangen, Heizkörpergitter und Beleuchtungskörper aus weissem Metall erstellt, dessen stiller Glanz mit dem ruhigen Grau des Raumes in lebendige Wechselwirkung tritt, und in der Orgel zu stärkster Entfaltung gesammelt wird. Auch der schwarze Akzent, als der die Kanzel erscheint, ist in der Gesamtwirkung wichtig. Er gehört mit dem Metall und vor allem dem bunten Fenster und der Orgel zu den Elementen, die durch den neutralen, grauen Ton des Raumes gesteigert in Erscheinung treten sollen.

Die Aufzählung der Gründe für die stille harmonische Wirkung des Kirchenraumes wäre nicht vollständig, wenn nicht eine wertvolle Folge des aus konstruktiven Gründen gewählten Wandsystems erwähnt würde: die fast vollständige Abblendung der Fenster. Nur wenn man den Blick stark zur Seite wendet, werden Fenster sichtbar, bei normaler Blickrichtung sieht man keines. Deshalb konnten die Fenster auch sehr einfach gestaltet werden, sie sind nur mit Antikglas verglast. Auch die künstliche Beleuchtung blendet nicht: Die becherförmigen Körper bergen die Lampen, deren Licht durch den darüber liegenden Reflektor zurückgeworfen wird. Wenn diese Beleuchtung auch nicht so diffus und ruhig ist, wie die völlig indirekte, so braucht sie dafür bedeutend weniger Strom als jene. In akustischer Beziehung dürfte der Raum alle berechtigten Ansprüche, die an einen Saal von diesem Ausmass gestellt werden können, erfüllen. Rede und Musik kommen ohne jeden Nachklang zur Entfaltung. In bezug auf die Akustik hat Ing. F. M. Osswald das Bauprojekt überprüft; eine Reduktion der Höhe des Kirchenraumes um 1 m war die Folge.

*

Nun über die Gestaltung des protestantischen Predigttraumes noch ein Wort. Zunächst verweisen wir auf den Auszug aus dem Erläuterungsbericht zum Wettbewerbsentwurf (S. 330, Bd. 94 der „SBZ“), dessen Inhalt auch heute noch zu Recht besteht. Die Kirchenpflege Unterstrass forderte eine reine PredigtKirche, womit die Stellung der Kanzel in der Mittelaxe gegeben ist. Angesichts der grossen Bedeutung kirchlicher Konzerte anderseits ist der Ort der Sängerempore samt der Orgel ebenfalls bestimmt: sie muss unbedingt in der Blickrichtung der Gemeinde sein, denn es ist Tatsache, dass der Konzertbesucher die Sänger, besonders Solisten, nicht nur hören, sondern auch sehen will. (Ein Beweis hierfür: Im Basler Münster befinden sich Sängerempore und Orgel im Rücken der Gemeinde, bei Konzerten werden die Rücklehnen umgedreht und das Publikum sitzt „verkehrt“ in der Kirche). Auch der Abendmahlstisch ist nicht anderswo als mitten vor der Gemeinde denkbar. Damit ist die Auf-

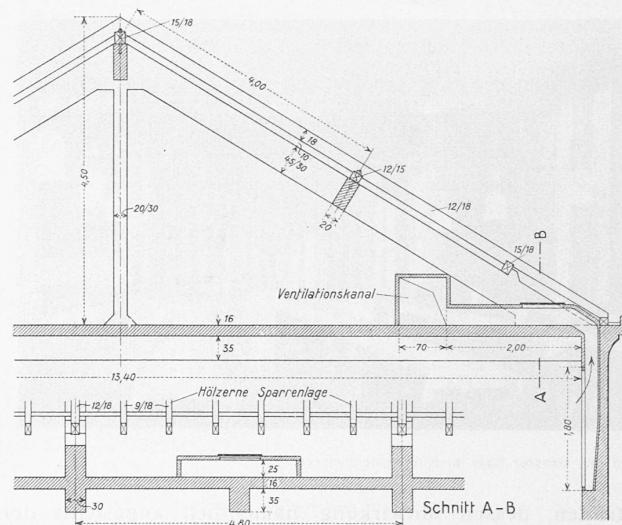


Abb. 9. Eisenbeton-Dachstuhl des Kirchgemeindehauses. Ing. R. Maillart, Zürich.

reihung von Abendmahl-Tisch, Kanzel, Sängerempore und Orgel in der Mittelaxe angesichts der Gemeinde logisch begründet.

Diese Gestaltung der Stirnseite der evangelischen Kirche bildet seit langem das umstrittenste Problem des evangelischen Kirchenbaues. Sie wird oft als zu grosse Anhäufung von Motiven kritisiert; der eine will der Orgel nicht einen so wichtigen Platz zugestehen, der andere beanstandet den Blick von der Kanzel in den leeren Mittelgang usw. Sehen wir einmal zu, wie es um diese Kritiken steht.

Zuerst die Kanzel. Da stelle ich ausdrücklich die Frage: ist es natürlich, dass sich der Redner vor einem grossen Auditorium in einer Ecke des Raumes aufstellt, ohne dazu durch irgendwelche Umstände gezwungen zu sein? Kein normaler Mensch wird das tun.¹⁾ Die axiale Kanzelstellung ist somit selbstverständlich und in einer reinen Predigtkirche die einzige richtige. In jeder reformierten Kirche, auch in der Predigtkirche wird der musikalischen Bereicherung das Gottesdienstes z. B. an Festtagen ziemliche Bedeutung zukommen. Zum mindesten ein Kirchenchor, in grösseren Kirchen auch ein Orchester, sind wohl als normale Faktoren eines evangelischen Festgottesdienstes anzusprechen. Da man die Sänger, wie gesagt, auch sehen will, ist die Lage von Sängerempore und Orgel angesichts der Gemeinde gegeben. Da aber die Kanzel eine schallreflektierende Rückwand haben muss, ergibt sich die Notwendigkeit, die Sängerempore so hoch zu legen, dass diese Rückwand entsteht. Aber auch der Abendmahlstisch soll möglichst von der ganzen Gemeinde gesehen werden können. Sänger und Orgel müssen eine einheitliche Klangquelle bilden, die unter einheitlicher Leitung des Dirigenten steht. Somit muss die Orgel auf der Sängerempore stehen und so gelangen wir auf Grund elementarer, beinahe zwangsläufiger Ueberlegungen zu der erwähnten Gestaltung der Stirnseite des Predigttraumes und damit zum eigentlichen Typus der Predigtkirche, dessen Eignung in rein praktischer Hinsicht niemand bestreiten wird. Die Einwände müssen sich auf das Architektonische beschränken und da bleibt die schon erwähnte Kritik der Anhäufung von Formen und Motiven übrig, also ein Einwand rein formaler, optischer Natur. Da sei an die vielen Chöre katholischer Kirchen erinnert, wo meistens eine noch weitergehende Aufreihung und dabei in viel reicherer Gestaltung vor-

¹⁾ Sofern man mich als „normal“ gelten lässt, bin ich zwar z. B. ein solcher Mensch: wenn ich nicht durch die örtlichen, räumlichen Verhältnisse dazu gezwungen bin, vermeide ich es, mich beim Reden in die Mitte zu stellen, weil mir das Gefühl, optisches Zentrum zu sein, also auch „dekorativ“ zu wirken, in hohem Mass unangenehm ist; ich empfinde es als Ueberheblichkeit, als undemokratisch, unschweizerisch. Dies nur als Einschränkung zu obiger kategorischer Formulierung.

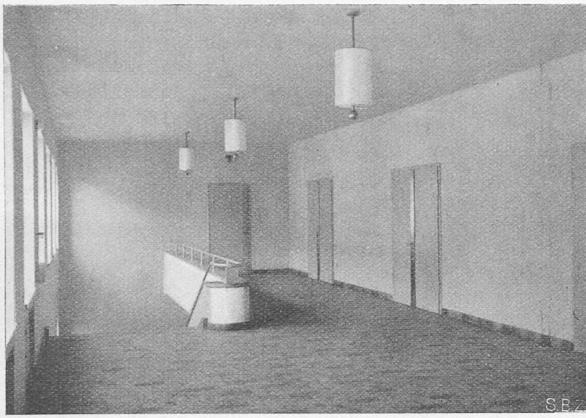


Abb. 13. Kirchgemeindehaus, obere Halle.

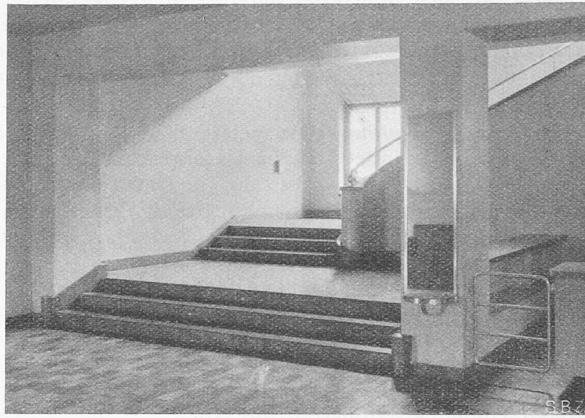


Abb. 14. Untere Halle mit Treppenantritt zur oben.

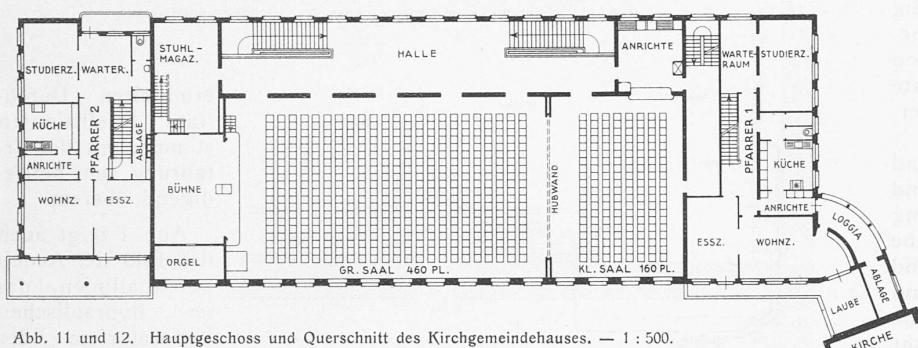
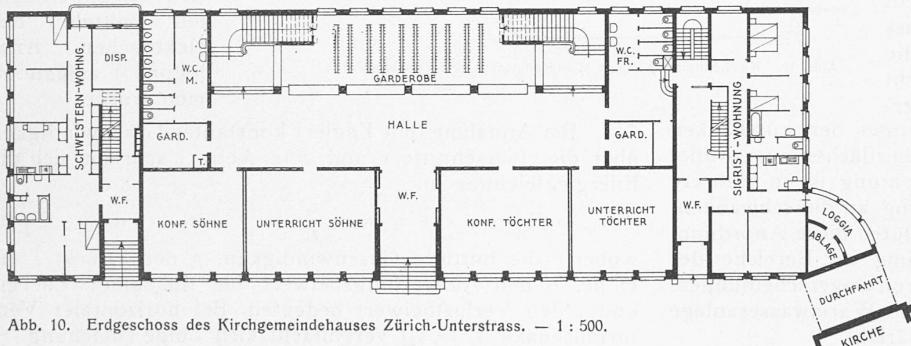


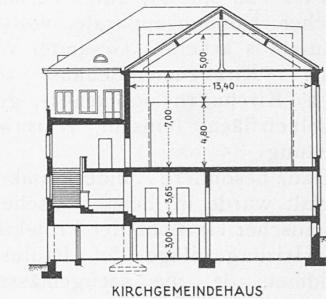
Abb. 11 und 12. Hauptgeschoss und Querschnitt des Kirchgemeindehauses. — 1 : 500.



handen ist: Kommunionbank, oft ein sehr reiches Chorabschlussgitter, reiche Chorstühle, dann der reiche Hochaltar, Glasmalereien, Fresken und Stukkaturen. Unzählige dieser Chöre gehören dem ewigen Bestand unseres kunstgeschichtlichen Gutes an und werden ohne Vorbehalt bewundert.

Es handelt sich wieder einmal mehr um das „wie“, als um das „was“, d. h. um die Gestaltung, und diese ist Sache des Taktes und Könnens des Architekten. Und da scheint es mir allerdings selbstverständlich zu sein, dass man das schöne Metall der Orgelpfeifen nicht verstecken soll, und dass überhaupt die wenigen natürlich sich ergebenden Gelegenheiten zu künstlerischer Gestaltung, wie Abendmahlstisch, Kanzel und Orgel, event. auch die Beleuchtungskörper, zu erfassen und zu pflegen sind. Daneben bleiben noch die Verhältnisse und die Farbgebung als allgemein gültige Gestaltungsmittel übrig. Glasmalerei kann nur in beschränktem Masse zu Hilfe genommen werden, einerseits der Belichtung, anderseits der hohen Kosten wegen. Sie kann aber in richtiger Disposition zu ausserordentlich starker und wertvoller Wirkung gelangen.

Es ist schon behauptet worden, der reformierte Gottesdienstraum sei überhaupt keine „Kirche“ mehr, sondern ein Vortragssaal, dem ganz gut noch weitere, sogar profane Zweckbestimmungen zugeschoben werden könnten. Es sei kein „sakraler“ Raum nötig, und die wenigen kul-



tischen Handlungen könnten in eine eigentliche Feierkirche verlegt werden, die viel kleiner und dafür als eigentlicher Sakralraum gestaltet werden könnte. Der Vorschlag hat im ersten Moment viel bestechendes für sich, und zweifellos könnten Taufen und Trauungen in einen derartigen FeierRaum verlegt werden. Das Abendmahl dagegen ist an die Gesamtgemeinde gebunden und wird es seinem Sinne entsprechend auch bleiben. Somit besitzen wir eine Kulthandlung, die unbedingt in der Kirche stattfinden muss. Aber auch die

Predigt kann nicht irgendeinem profanen Vortrag gleich gesetzt werden; ferner gehören zum Gottesdienst Gebet und Gemeindegesang. Also wird sich der Raum, in dem dies alles stattfindet, von irgendeinem profanen Vortragssaal doch sehr bestimmt unterscheiden müssen, er wird auch in Zukunft kirchlich wirken müssen, und ich behaupte, er müsse auch „Stimmung“ haben. Das braucht keine mystisch dunkle „katholische“ Stimmung zu sein. Aber eine feierliche Wirkung muss von ihm ausstrahlen, und je stimmungsvoller er ist, desto besser. Die Predigt wird im stimmungsvollen Raum in der Gemeinde auf einen aufnahmefreudigeren Boden fallen als im nüchternen, stimmungslosen Raum. Der starke Prediger hat diese Stimmung nicht zu fürchten und dem schwachen kommt sie zu Hilfe. Wir dürfen an den Stand der Geistlichkeit keine übermenschlichen Anforderungen stellen, auch in diesem Beruf werden bedeutende Leistungen die Ausnahme bilden wie in allen übrigen Berufen. Wir müssen die Tatsachen nehmen wie sie sind, und sie weisen ganz sicher auf die Forderung einer feierlichen Wirkung des reformierten Kirchenraumes hin. Die Mittel zur Schaffung dieser feierlichen Raumwirkung habe ich oben erwähnt, ich wüsste keine andern, aber diese wenigen müssen gepflegt werden.

So scheint mir das Problem des evangelischen Kirchenbaues im Grunde viel einfacher zu liegen, als man es in Architektenkreisen haben will. Die Forderungen sind so

klar, dass sie sich unbedingt auch zu überzeugenden Lösungen formulieren lassen. Selbstverständlich kann man sich mit hyperphilosophischen und hyperkritischen Überlegungen den Weg zur Lösung eines jeden Problems verbauen.

Martin Risch.

Heizung und Lüftung. Die Heizzentrale für Gemeindehaus und Kirche befindet sich im Untergeschoss am Westende des Kirchgemeindehauses und umfasst eine Kesselanlage für die Warmwasser-Pumpenheizung des Gemeindehauses und die gesamte Warmwasserbereitung, sowie die Kesselanlage für die nach dem Niederdruck-Dampfsystem durchgebildete Heizung der Kirche. Bemerkenswert ist, dass trotz der grossen Distanz von 110 m zwischen den Heizkörpern der Kirche und den Kesseln, und bei ungünstigen Höhenverhältnissen, die Anlage mit einem äusserst geringen Kesseldruck von 0,08 at, unter Vermeidung jeglicher Kondensapparate, vollständig geräuschlos arbeitet. Gesamter Wärmebedarf: Kirchgemeindehaus 385 000 kcal/h, Kirche 185 000 kcal/h; gesamte Kesselheizfläche (einschl. Warmwasser-Bereitung) 85 m².

Ganz besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt wurde in heiztechnischer und hygienischer Hinsicht der Projektierung der Heizungsanlage der Pauluskirche gewidmet, da die sachgemässen und wirtschaftlichen Heizung grosser und nicht dauernd benützter Räume hohe Anforderungen stellt. Es sind unter den Fenstern Heizkörper aufgestellt und derart verkleidet worden, dass eine Kaminwirkung entsteht, die die kalten abfallenden Luftströmungen nicht in den Bereich der Anwesenden gelangen lässt (Abb. 16). Ferner sind unter den Fussbänken Heizröhren und bei den Eingängen Heizflächen angeordnet worden. Die gesamte Heizungs-Einrichtung ist in mehrere Gruppen unterteilt, die eine Anpassung an die schwankenden Betriebsverhältnisse gestatten. Durch diese Anordnungen ist eine gleichmässige Erwärmung im Bereiche der Kircheninsassen, unter Vermeidung von Zugescheinungen, erreicht worden. Die gesamte Heiz- und Warmwasseranlage stammt von der Firma H. Lier in Zürich.

Für Kochzwecke wird überall Elektrizität verwendet. Die beiden grossen Säle des Kirchgemeindehauses haben eine Ventilationsanlage System Ing. J. Schlatter (†) erhalten. Experten für die Heizungs- und Ventilationsanlagen waren Ing. M. Hottinger und Ing. H. Morf.

Untersuchung über die Grösse des Durchflusskoeffizienten von Venturidüsen.

Von Dr. Ing. R. GREGORIG und Dipl. Ing. H. WOHLGROTH, Zürich.

Unter gleichem Titel erschien in der „SBZ“ Bd. 99, S. 225* (Nr. 18 vom 30. April 1932), eine eingehende Abhandlung von Dir. A. Engler über diesen Gegenstand. Der Inhalt jener Arbeit sei kurz zusammengefasst: Es wurden die in den Druckleitungen für die Turbinen und Pumpen des Kraftwerkes Wäggital eingebauten Venturidüsen von Dir. Engler geeicht. Die Form der axialsymmetrischen Düsen ist in Abb. 1 wiedergegeben (Strömungsrichtung von 1 nach 2). Die Eichung ergab sehr kleine Werte für den sogenannten Durchflusskoeffizienten der Venturidüse, was man sich bei den grossen Dimensionen der Düse und so feiner Bearbeitung nicht ohne Weiteres erklären konnte. Dir. Engler weist auf die Stauung des Wassers im Punkt E der Abb. 1 hin; er vereinfacht das Strömungsbild, indem er die Venturi-Strömung mit einer Senkströmung vergleicht. Die auf dieser etwas willkürlichen Annahme

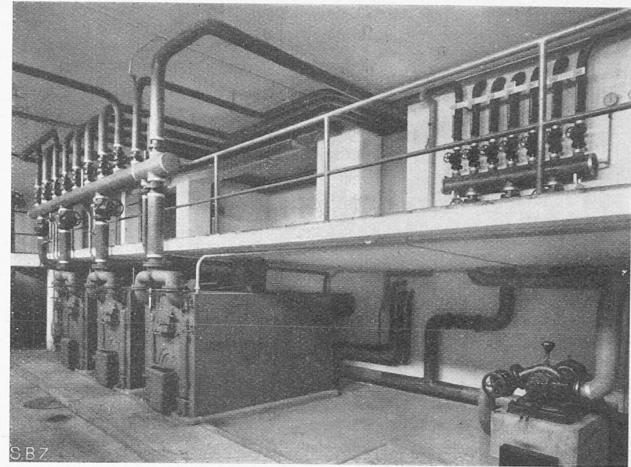


Abb. 15. Heizzentrale im Untergeschoss des Kirchgemeindehauses.

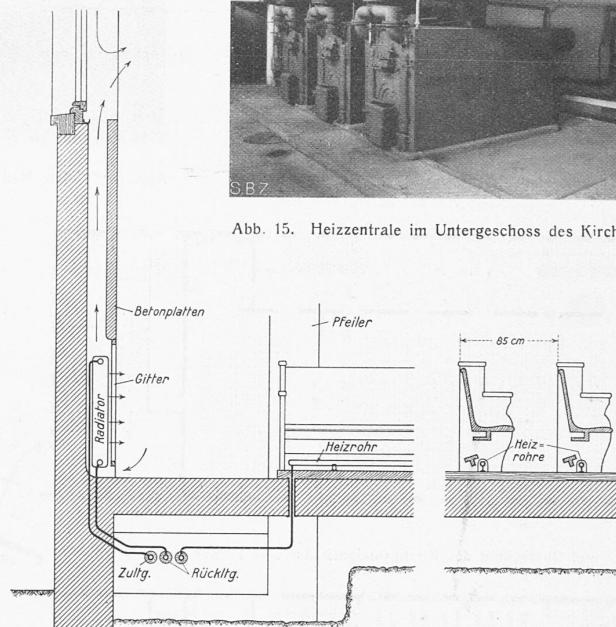


Abb. 16. Kirchenheizung durch Wandradiatoren und Fussbankrohre. — 1 : 60.

ermittelten Durchfluss - Koeffizienten stimmen mit der Erfahrung sehr befriedigend überein.

Abb. 1 zeigt auch das Bild der Aequipotentiallinien, das im hydraulischen Laboratorium der E. T. H. experimentell mittels des elektrischen Analogons¹⁾ aufgenommen wurde.

Bei Annahme (mit Engler) konstanter Geschwindigkeit über die Querschnitte 1 und 2 (s. Abb. 1) schreibt sich die Energiegleichung zu

$$\alpha_1 \frac{c_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \alpha_2 \frac{c_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \xi \alpha_2 \frac{c_2^2}{2g} . \quad (1)$$

wobei c die mittlere Geschwindigkeit, p den Druck, z die Höhe, α den Aufwertungsbeiwert für die kinet. Energie und ξ den Verlustbeiwert bedeuten. Bei horizontaler Venturidüsenaxe ($z_1 = z_2$) vereinfacht sich obige Gleichung zu

$$\alpha_1 \frac{c_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = \alpha_2 \frac{c_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + \xi \frac{c_2^2}{2g} \alpha_2 \quad (2)$$

Gleichung (2) und die Kontinuitätsgleichung

$$c_1 F_1 = c_2 F_2 = Q \quad (3)$$

liefern durch Elimination der Geschwindigkeiten c_1 , c_2 und bei Annahme von $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$

$$Q \text{ mit Reibung} = \frac{F_2}{\sqrt{\alpha[1 + \xi - (\frac{F_2}{F_1})^2]}} \sqrt{2gh} \quad (4)$$

wobei F_1 , F_2 die durchströmten Querschnitte und h die Differenz der Druckhöhe zwischen Punkt 1 und Punkt 2 bedeuten. Es ist also

$$h = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} .$$

Bei idealer reibungsloser Strömung gestaltet sich wegen $\alpha_1 = 1$ und $\xi = 0$ die Wassermengenformel zu

$$Q \text{ ohne Reibung} = \frac{F_2}{\sqrt{1 - (\frac{F_2}{F_1})^2}} \sqrt{2gh} \quad (5)$$

Der Düsendurchflusskoeffizient μ ist als

$$\mu = \frac{Q \text{ mit Reibung}}{Q \text{ ohne Reibung}} = \frac{1 - (\frac{F_2}{F_1})^2}{\sqrt{\alpha[1 + \xi - (\frac{F_2}{F_1})^2]}} \text{ definiert.} \quad (6)$$

¹⁾ H. Gerber: „Experimentelle Methoden zur Ermittlung von Potential-Strömungsbildern“, Escher Wyss Mitteilungen, Jahrg. 1928, Heft Nr. 6; Hohenemser: „Experimentelle Lösung ebener Potentialaufgaben“, Forschungsheft, Jahrg. 1931, Heft Nr. 10, S. 370.