

Die Erneuerung des Zürcher Rathauses: durchgeführt von Otto Dürr, Arch. S.I.A., Zürich

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **113/114 (1939)**

Heft 1

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-50531>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Erneuerung des Zürcher Rathauses

Durchgeführt von OTTO DÜRR, Arch. S. I. A., Zürich

Nicht nur die neue «Stadt am See», die Landesausstellung, sowie die zahlreichen Neubauten Zürichs gehen darauf aus, den Besuchern aus der Schweiz und aus aller Welt heuer etwas Schönes zu zeigen: auch die Schätze an alter Baukunst sind im Lauf der letzten Jahre zu neuer Frische hergerichtet worden. Nach dem Grossmünster war das Rathaus der wichtigste öffentliche Bau, dessen Renovation sich als nötig erwies und die 1938 zum glücklichen Abschluss kam. Besonders wohlthuend wirkt sich dabei auf das Stadtbild aus, dass auch viele Privatbauten in der Umgebung dieser beiden Marksteine zürcherischer Baukunst gleichfalls gründlich und mit liebevoller Berücksichtigung ihres ursprünglichen Aspektes wiederhergestellt worden sind: es sei blos erinnert an das Gesellschaftshaus zum Rüden (Bd. 112, S. 73*) und an die «Schipfe» am andern Limmatufer (über die die «SBZ» demnächst auch berichten wird). Und schliesslich muss in diesem Milieu auch der Neubau des Hotels Storch gegenüber dem Rathaus erwähnt werden, der so sorgfältig durchgebildet ist, dass er trotz maximaler Ausnutzung des umbauten Raumes den Masstab der Altstadt noch nicht zerschlägt (siehe die Abb. S. 32, Bd. 112). So besitzt nobile Turegum heute wieder einen Stadtkern an der Limmat, auf den es stolz sein darf.

Die Stätte des Rathauses ist seit der Mitte des 13. Jahrhunderts die selbe geblieben. Auf den ersten Bau folgte 1398 bis 1400 ein zweiter, der seinerseits dem heutigen, 1694 bis 1698 aufgeführten weichen musste, und dazu noch zahlreiche Werksteine hergab. Dieser dritte, letzte Bau wurde im Aeusseren vom Luganeser G. M. Ceruto entworfen (vermutlich nach einer Zeichnung des Fra Giocondo aus Verona, 1511) und unter seiner Mitarbeit ausgeführt von den beiden Zürcher Stadtbaumeistern H. H. Holzhalb und J. Schaufelberger. Im Innern aber haben die Stukkateure, Schreiner und Ofenbauer dann die Renaissance weit hinter sich gelassen und durchaus ihrer Zeit gemäss Barockherrlichkeiten geschaffen, die durch die Renovation unserer Tage erst wieder voll zur Geltung gekommen sind.

Die erste Veränderung erfuhr das Haus nach der Einführung der Staatsverfassung von 1831, die die Öffentlichkeit der Verhandlungen des Grossen Rates vorschrieb. Um daher eine Tribüne einbauen zu können, hob man die Decke des Saales um ein Geschoss, dessen Räume glücklicherweise ohne grosse Einbuss an Kunstwerken geopfert werden konnten. 1876 musste die ursprünglich dem Haupteingang vorgelagerte Freitreppe aufgegeben werden, und erst 1912/13 erfolgte die erste Ueberarbeitung der Fassaden. Im Innern hingegen brachte das 19. Jahrhundert mancherlei technische Neuerungen (Luftheizung, Gas-Beleuchtung, elektr. Installationen) und Neueinteilungen der Räume, durch die manches Architekturdetail stark verunstaltet war. Ueber die Arbeiten zur möglichsten Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes unter gleichzeitigem Einbau von Räumen, die dem modernen Gebrauchs-Bedürfnis des Hauses entsprechen (Heizung, Telephonkabinen, Aborte usw.), berichtet der Architekt was folgt.

Red.

Die im Jahre 1895 in die *Treppenhalle* (Abb. 2 u. 3) eingebauten, den Raum stark einengenden und düster wirkenden Balustraden sind beseitigt worden. An deren Stelle wurden in Hufeisenform auf drei Seiten durchlaufende Treppenstufen angelegt. Die Wandpilaster aus rosagetöntem Kunstmarmor, die die prächtigen Nussbaum-Türportale ungünstig flankierend einengten, sowie einzelne unruhig wirkende Teile der Deckenornamentik wurden entfernt. Für den Bodenbelag, die Differenzstufen und Sockel in der Vorhalle wurde in Uebereinstimmung mit dem zum Teil bereits vorhandenen Material der anschliessenden Haupttreppe Castione-Granit verwendet.

Von der Halle aus betritt man linker Hand ein neugeschaffenes *Weibelzimmer*. Es steht durch eine Doppelglastüre mit der limmatwärts gelegenen Garderobe

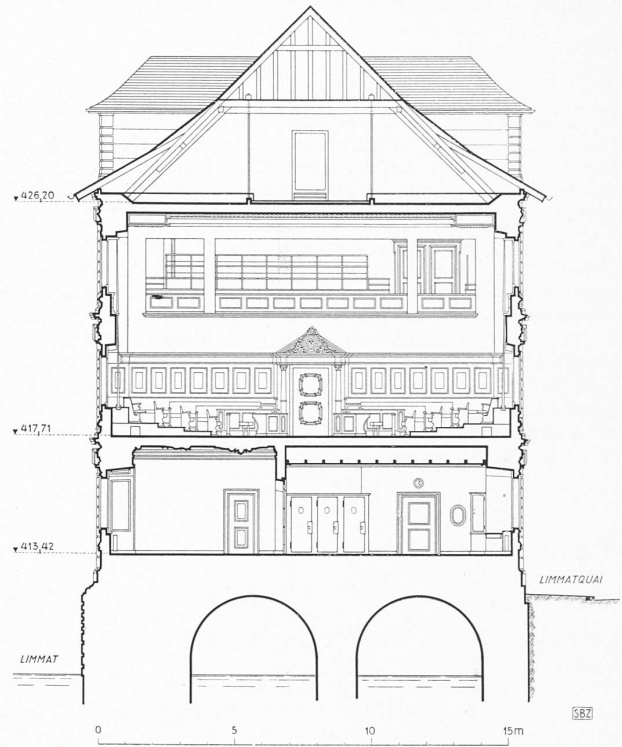


Abb. 1. Querschnitt 1 : 250 durch den Kantonsratsaal

für die Ratsmitglieder in Verbindung. Zwecks Aufhellung des Raumes wurden die Wandflächen und Schreinerarbeiten in leichten Beigetönen gestrichen, dagegen sind der Abnützung stärker ausgesetzte Holzteile wie Türen, Fussleisten, Tablare und Türschoner in Nussholz ausgeführt. Hierdurch entstand ein reizvolles Wechselspiel zwischen gestrichenem und naturfarbigem Holz. Flussaufwärts zweigt vom Weibelzimmer ein mit einer Rabitz-Tonne überwölbter Stichkorridor ab. Die in dessen Stirn- wand eingelassene Glastüre führt in das Kanzlei- und Ausstandszimmer der Oberrekurs-Kommission; zwei in der Seitenwand liegende unauffällige, glatte Zargentüren verbinden den Raum mit zwei Toiletten.

Das in der Südecke des Erdgeschosses liegende *Sitzzimmer der Ober-Rekurskommission* steht durch zwei reiche Nussholzportale sowohl mit der Kanzlei als auch mit dem Garderoberraum in Verbindung. An passender Stelle gelangte als Raumzierde ein durch Umdispositionen frei gewordener, weissglasierter Kachelofen zur Wiederaufstellung; im übrigen blieb der Raum nahezu unverändert.

Ein prächtiges Gegenstück zum Ober-Rekurskommissions-Zimmer bildet der letzte Raum an der Limmat-Hauptfront, der *Rechensaal* (Abb. 4). Nach dem Abbruch von Zwischenwänden und

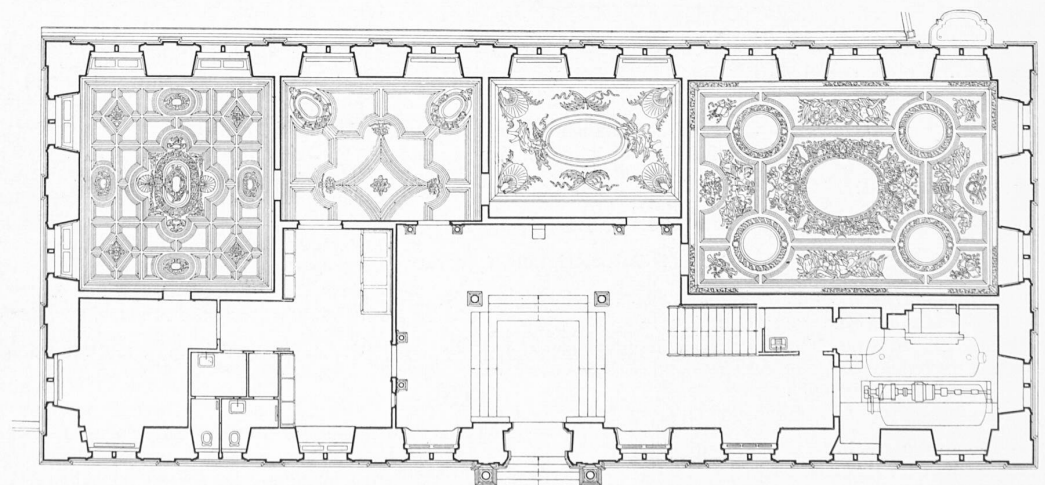


Abb. 2. Grundriss des Erdgeschosses 1 : 250

Oben (limmatseitig) von links nach rechts: Ober-Rekurskommission, Garderobe, Zimmer, «Rechensaal»
Unten (strassenseits): Kanzlei, Toiletten, Weibelzimmer, Halle, Treppenhause, Wärmepumpenheizung

AUS DEM WIEDERHERGESTELLTEN ZÜRCHER RATHAUS

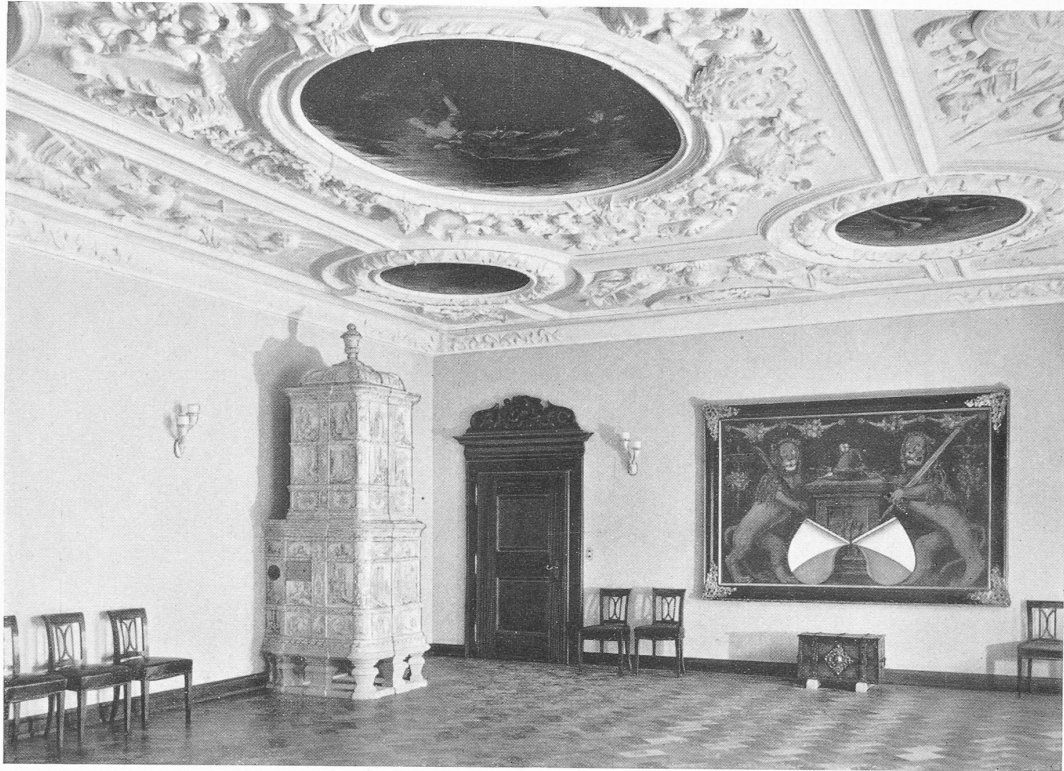


Abb. 4. Der «Rechensaal» im Erdgeschoss, mit Zürcher Standesbild von H. Asper, 1567, blau-weisser Ofen 18. Jahrhundert



Abb. 3. Eingangshalle und Treppenhaus, rechts von der Säule die Türe zum «Rechensaal»



Abb. 8. Regierungsratsaal im ersten Stock, bunt bemalter Ofen von H. & D. Pfau, Winterthur, 1697

AUS DEM ZÜRCHER RATHAUS, ERBAUT 1694 BIS 1698, ERNEUERT 1937 BIS 1398
DURCH ARCHITEKT OTTO DÜRR, ZÜRICH



Abb. 6. Vorhalle im ersten Stock mit der Türe zum Kantonsratsaal

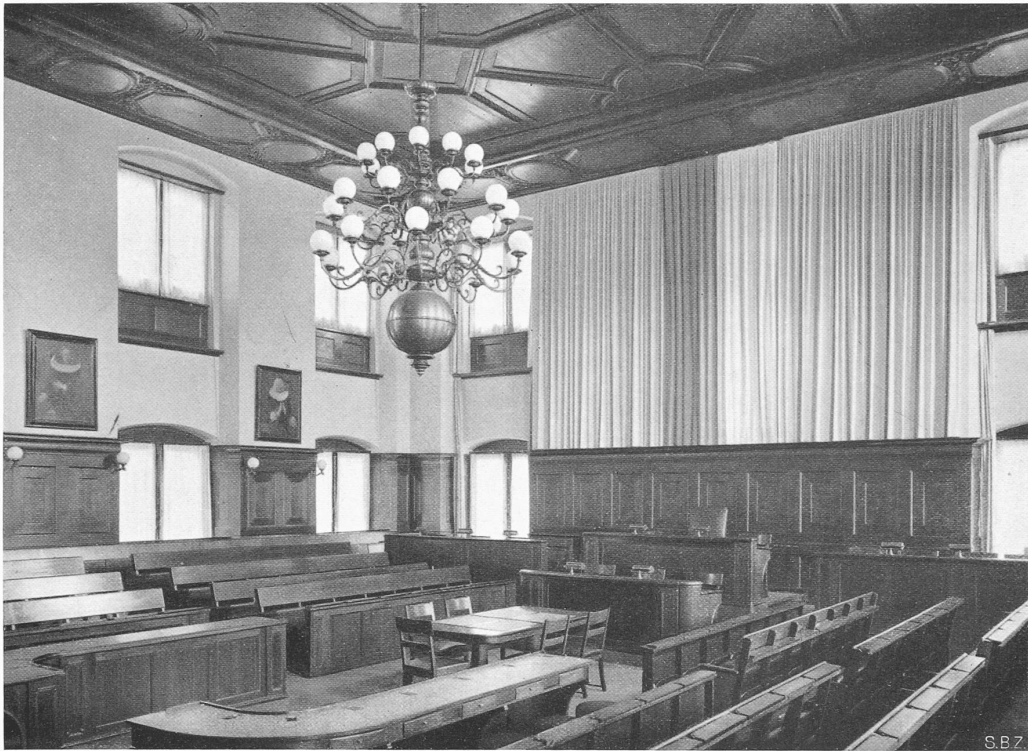


Abb. 7. Der erneuerte Zürcher Kantonsratsaal (Die Stirnwand ist noch provisorisch verkleidet)

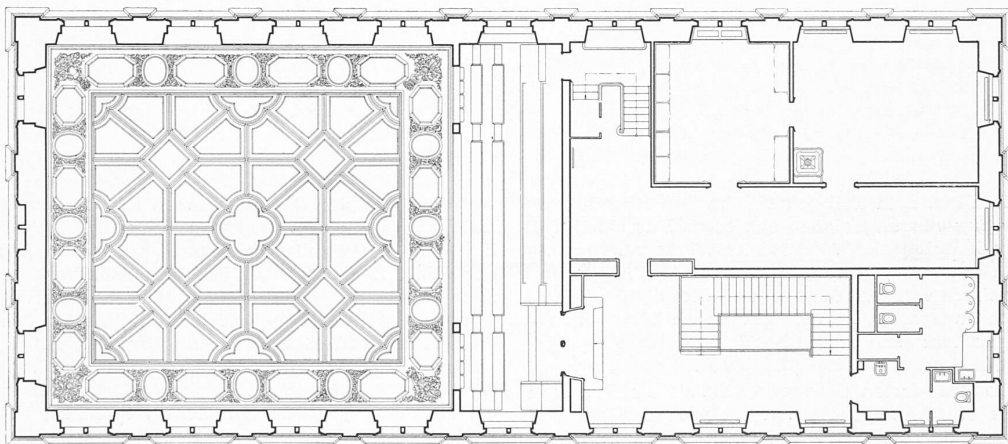


Abb. 9. Grundriss zweiter Stock, 1:250. Kantonsratsaal-Tribüne, rechts oben Räume des Kirchenrates

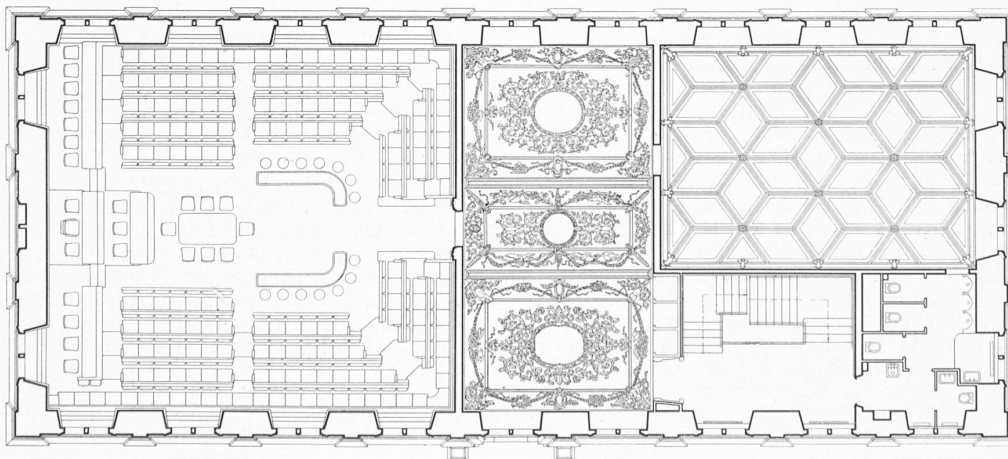


Abb. 5. Grundriss erster Stock, 1:250. Kantonsratsaal, Vorhalle und Regierungsratsaal

der Ausräumung tannener Wandverkleidungen zeigte sich die reich ornamentierte Decke zum Teil stark beschädigt und die Wandornamentik nahezu vollständig abgeschlagen. Glücklicherweise waren weitgehend Fragmente vorhanden, sodass der ursprüngliche Zustand mit Sicherheit rekonstruiert werden konnte. Auch die in Oelfarbe auf Leinwand gemalten Deckengemälde konnten vollständig beigebracht und wieder an alter Stelle in die fünf Medaillons eingesetzt werden. Dagegen ergab sich die Notwendigkeit, den früher an anderer Stelle placierten, blaubemalten Turmofen zufolge veränderter Lage des Eingangs an die innere Saal-Längswand zu verschieben. Für die Wahl des neuen Standortes war die Absicht mitbestimmend, möglichst zusammenhängende, gut belichtete Wandflächen für die Aufhängung von Gemälden freizuhalten. Besondere Aufmerksamkeit wurde der unauffälligen Anordnung der Ventilationskanäle, sowie der Luftaus- und Eintrittsöffnungen geschenkt. Neue Nussholz-Fensterbrüstungen, Fusssockel und ein fischgratförmig aus Nussbaumtafeln in Backsteinformat gelegter Fussboden kontrastieren wirksam mit den hellgetönten Wandflächen und der wundervollen, reichen Decke. Die Beleuchtungskörper sind als Wandarme ausgebildet und im Einklang zum Kachelofen in Keramik ausgeführt.

Weitgehende Veränderungen haben in der Nordecke des Gebäudes stattgefunden. Die eigentlichen Eckräume enthalten im Erdgeschoss die Heizungsapparate, in den beiden darüberliegenden Geschossen Toilettenanlagen. Davor wurde an Stelle der alten, sehr ungünstige Steigungsverhältnisse aufweisenden und auf engem Raum entwickelten Treppe ein neues, bequemes und bis auf die Höhe des zweiten Stockwerkes durchlaufendes *Treppenhaus* errichtet. Der konstruktive Aufbau erfolgte in armiertem Beton, da die alten, zum Teil schiefstehenden Riegelwände sich zur Auflagerung als ungeeignet erwiesen. Für einen Teil der Treppenstufen konnten alte Werkstücke Wiederverwendung finden. Der Rest der Stufen, sowie die Bodenplattenbeläge und Sockel im Treppenhaus wurden im gleichen Material, nämlich in Castione-Granit neu ausgeführt. Auf ihre ganze Länge ist die Treppe vom Erdgeschoss zum ersten Stock von einem reichgeschmiedeten, teilweise alten Geländer begleitet.

Auf der Höhe des ersten Stockes (Abb. 5) betritt man durch ein reiches Nussbaumportal mit tiefen Leibungen und einem Doppelschwingtürenabschluss die *Vorhalle* (Abb. 6) zum Kantonsratsaal. Besondere Sorgfalt wurde auf die Wiederherstellung der durch Ofeneinbauten angeschnittenen und stark rissig gewordenen Decke verwendet. Ihr reicher Ornament- und Figureschmuck wurde sorgfältig gereinigt, ausgebessert und zum Teil durch Neuantrag ergänzt. Von der Restaurierung der drei in Freskomalerei ausgeführten Deckenmedaillons wurde vorläufig abgesehen. Aller Wandverputz musste neu aufgetragen werden. Dessen Oberflächen-Behandlung erfolgte durch Plastikauftrag und Lasierung in weichem Ton. Der neue Fussboden-Belag besteht aus in Sternmuster verlegten Tonplatten, sogenannten «Zürirauten».

Der *Kantonsratssaal* (Abb. 7), der Hauptraum des Rathauses, wurde am stärksten umgestaltet. Seine frühere, horizontal gegliederte Innenarchitektur liess bisher deutlich den vorgenommenen Zusammenschluss von zwei übereinanderliegenden Geschossen erkennen. Ferner wirkte die später gehobene und nunmehr in einer Ebene liegende Decke zu flach. Durch den Umbau ergab sich eine stark veränderte räumliche Wirkung. Durch das Zurückversetzen der zwischen den obern und untern Fenstern liegenden Brüstungen wurde die Zusammenfassung der beiden Fensterpartien in vertikaler Richtung und damit auch eine prägnante Gliederung der Wandflächen in Tragpfeiler und Fenster-schlitze erzielt. Ferner wird die Raumproportion durch den Einbau von total 45 cm hohen, dreifach gestaffelten Sitzreihenpodien in Hufeisenform günstig beeinflusst. Das Nussholz-Brusttäfeler wurde

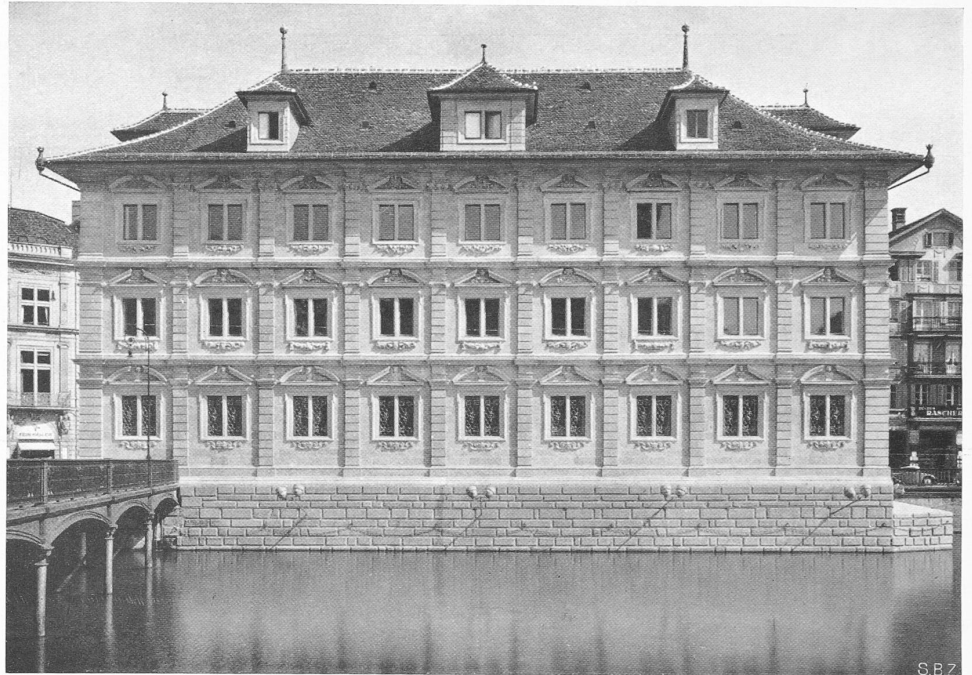


Abb. 10. Limmatseite des Zürcher Rathauses, erbaut 1694 bis 1698 durch Ceruto, Holzhalb u. Schaufelberger

gründlich aufgefrischt, zum Teil abgeändert und bis zur Kämpferhöhe der Fensterstichbogen gehoben; daraus ergeben sich ebenfalls günstige Wandproportionen. Um einerseits die Deckenplastik zu verstärken und andererseits die Ventilationskanäle günstig verlegen zu können, wurde der dekorative Wandfries um rd. 25 cm tiefer gelegt und durch profilierte, sowie zum Teil mit Luftschlitzen versehene Stirnfronten mit dem in alter Lage verbliebenen Deckenspiegel verbunden. Zur Verhinderung ungünstiger Blendwirkungen wurden die in der Axe der Saalstirnwand liegenden beiden Fenster nach innen aufgehoben, und dadurch im Blickfeld des Rates eine grosse zusammenhängende Wandfläche geschaffen, die zur Aufnahme eines künstlerischen Wand-schmuckes bestimmt ist. In der gegenüberliegenden Tribünenwand wirken sich die getroffenen Proportionsänderungen ebenfalls günstig aus und zudem konnten die Sichtverhältnisse durch die neu aufgebaute Sitzstaffelung, sowie die Verschiebung der beiden Zwischentragpfeiler erheblich verbessert werden. Die neue Bestuhlung ist auf Grund eingehender Studien geschaffen worden. Die 174 Ratsplätze sind in drei, bzw. vier Reihen gestaffelt und in Hufeisenform angeordnet. Alle Ratsitze sind mit ledergepolsterten Klappsitzen, mit Klappschreibtischchen und Aktentaschen ausgerüstet. Für sämtliche Schreinerarbeiten und die Bestuhlung wurde Nussholz verwendet; es ist in warmen, goldbraunen Tönen gebeizt und kontrastiert gut mit dem in hellen Tönen gehaltenen Mauerwerk. Zur Saalbeleuchtung konnte der vorhandene, jedoch umgebaute Bronzeleuchter wieder verwendet werden. Alle Fenster sind mit Rohseide-Sonnenstoren und innern dekorativen Vorhängen ausgerüstet. Für den Bodenbelag gelangte rehbrauner Linoleum auf Korkunterlage zur Verwendung. Die Frischluftzufuhr erfolgt ausser durch die beschriebenen Grillagen an der Decke, durch Luftaustrittschlitze in den untern Fensternischen, um daselbst Zugserscheinungen zu verhindern. Die Abluftkanäle und deren Oeffnungen sind unter den Sitzpodien in den Stufen angeordnet.

Die im früheren *Regierungsratsaal* (Abb. 8) vorgenommenen Bauarbeiten beschränkten sich auf die Entfernung ungünstiger Einbauten und auf eine gründliche Renovation. Da der Boden gegenüber dem Eingang um eine Stufe höher lag, konnte der Zwischenraum zum Einbau von Zu- und Abluftkanälen benutzt werden. Zudem wurde ein neuer Bodenbelag aus Nussbaumrauten in Sternform verlegt.

Aus der Treppenvorhalle im ersten Stock gelangt man über einen dreiarmligen Treppenlauf, der von einem einfacheren Stabgeländer flankiert wird, in das zweite Stockwerk (Abb. 9). Dasselbe weitet sich das Treppenhaus zu einer der Tribüne des Kantonsratsaaes vorgelagerten Halle. Zur Betonung des Raumabschlusses ruht die Decke auf einem profilierten Gesimse. Durch die in der innern Längswand eingesetzte Nussbaumtüre betritt man den Längskorridor vor den limmatwärts gelegenen beiden

Räumen, die künftig dem Kirchenrat dienen sollen. Im Sitzungszimmer wurden an Stelle des unpassenden Täfers die Wände verputzt. Die Fensternischen hat man mit den ursprünglichen Profilstäben versehen.

Vom Korridor vor den Kirchenratsräumen führt eine Eichtreppe in das Dachgeschoss. Dieses enthält eine vollständig neu ausgebaut Hauswartwohnung, Archivräume und flussaufwärts einen grossen Dachraum, wo die Ventilationsmaschinen untergebracht sind. Unter dem Dachfirst wurde, traditionsgemäss, ein Taubenschlag eingerichtet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nahezu der gesamte Innenausbau unter Wiederverwendung der vorhandenen historischen und wertvollen Bauelemente neu ausgeführt werden musste. Auch Konstruktionsteile wie Mauer- und Zimmerwerk waren in weitgehendem Ausmass zu ersetzen. Die Tribünen-Rückwand, die sich über die ganze Länge der Halle im ersten Stock hinzieht, war durch das Herausschneiden von Türöffnungen in ihrer Tragfähigkeit stark geschwächt und musste an einem im Dachstock neu eingebrachten Eisenbinder aufgehängt werden (Abb. 1). Um Wärmeverluste zu vermeiden, mussten alle Fensteröffnungen mit neuer Doppel- und Superhermit-Verglasung versehen werden. An technischen Anlagen wurden die elektrischen und sanitären Installationen, sowie eine Warmwasser-Radiatorenheizung und eine Klimaanlage neu eingebaut. An diese sind der Kantonsratsaal, dessen Vorhalle, der frühere Regierungsratsaal und der «Rechensaal» im Erdgeschoss angeschlossen.

Für die Wärmelieferung ist erstmals eine *Wärmepumpe* verwendet worden, worüber im folgenden Aufsatz berichtet wird.

In den Umbau und die Renovationsarbeiten ist auch die Reinigung und Restaurierung der hauptsächlich von Tauben stark beschmutzten und teilweise defekten *Sandsteinfassaden* (Abb. 10) miteinbezogen worden. Mit einem Dampfstrahlgebläse wurden die Schmutzkrusten aufgeweicht, abgebürstet und sodann abgewaschen. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, dass die Profile nicht geschwächt werden und die Oberflächenstruktur keine nachteilige Veränderung erfährt. Schadhafte Werkstücke und defekte Ornamentik wurden durch Stein- und Bildhauer zum Teil nachgearbeitet und teilweise auch durch neue Steine ersetzt. Ausserdem wurde das Ziegeldach umgedeckt und die Spenglerarbeit erneuert.

Die örtliche Bauleitung lag in den Händen von Architekt H. Reimann vom kant. Hochbauamt, der schon unter Kantons-Baumeister H. Wiesmann † das grundlegende Projekt geschaffen und die Vorarbeiten für den Umbau besorgt hatte. Die Gesamtkosten der Arbeiten, die von Juni 1937 bis Juli 1938 dauerten, stellen sich auf 678 000 Fr. O. D.

Für weitere Aufschlüsse über die Baugeschichte des Rathauses und die jüngste Renovation sei verwiesen auf die Denkschrift, die als Heft 3 der Reihe II von «Bauwesen und Denkmalpflege des Kantons Zürich» erschienen und zum Preise von Fr. 1.50 bei der kantonalen Baudirektion erhältlich ist. Besonders zu empfehlen ist selbstverständlich eine Besichtigung, zu der das Rathaus jedermann offensteht von Dienstag bis Samstag täglich 10 bis 11.30 h, am Samstag auch von 14 bis 16 h.

Physikalische Grundlagen und Anwendungen der Wärmepumpe

Die Verwendung der Wärmepumpe, namentlich als Kältemaschine, ist verbreiteter als ihr Verständnis. Darum war es gut, dass an einem von der Physikalischen Gesellschaft Zürich veranstalteten, diesem Gegenstand gewidmeten Vortrags- und Diskussionsabend den von Ing. R. Peter im Lichtbild vorgeführten typischen Beispielen von ausgeführten Anlagen Prof. Dr. G. Eichelberg eine Darlegung der physikalischen Grundlagen vorausschickte¹⁾. In seiner Formulierung und Deutung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik²⁾ führte Eichelbergs Vortrag tiefer als die folgenden elementaren, sehr freien Variationen über sein Hauptthema.

1. Grundsätzliches

Dem Propellerumlauf eines Dampfers widerstrebt das gewirbelte Wasser mit einem Schub und einem Drehmoment; die Arbeit des entgegengesetzten Moments ist es, die der auf dem Schiff mitfahrende Ingenieur als Arbeitsabgabe seiner Maschinenanlage misst. Ausserdem gibt diese an das Kühlwasser, in den Lagern, durch Abstrahlung usw. Wärme ab. Ihr Geschwindigkeits-, Druck- und Temperaturzustand bleibt trotzdem dank der fort-

währenden Zufuhr von neuem Brennstoff stationär. Indem der Ingenieur sowohl dem verbrauchten Brennstoff, wie auch der verlorenen Wärme, den umlaufenden Massen, dem Kesselwasser und dem durch die Turbinenschaukeln strömenden Dampf ein bestimmtes Arbeitsvermögen, genannt Energie, zuschreibt, stellt er fest, dass bei stationärem Lauf, also konstanter Energie der Maschinenanlage, die ihr zugeführte gleich der ihr entnommenen Energie (Arbeit oder Wärme) ist — im Einklang mit dem *ersten Hauptsatz* (dem *Energiesatz*) der Thermodynamik.

Wie wäre es, die zum Betrieb der Turbine nötige Wärme statt aus Kohle oder Oel, aus dem ungeheuren Wärmereservoir des Ozeans zu ziehen? Maschinen, die Wärme aus einer Sole ziehen, gibt es ja: die Kältemaschinen! In einer solchen, etwa einer Kolbenmaschine, wird ein Gas oder Dampf, der Wärmeträger, einem gewissen Kreisprozess unterworfen, in dessen Verlauf er expandierend die Wärmemenge Q_k aus einem kälteren Wärmespeicher aufnimmt und sodann, durch den zurückgehenden Kolben zusammengedrückt, die Wärmemenge Q_w an einen wärmeren Speicher abgibt. Da nach vollendetem Kreisprozess mit dem alten Zustand die alte Energie des Wärmeträgers wiederhergestellt ist, fordert der erste Hauptsatz die Gleichheit der vom Kolben auf den Wärmeträger ausgeübten Arbeit A und des abgegebenen Wärmesaldos: $A = Q_w - Q_k$ ³⁾.

Zum Antrieb einer solchen Wärmepumpe kann man z. B. eine Dampfmaschine nehmen. Deren Wärmeträger durchläuft gleichfalls einen Kreisprozess, entnimmt dem wärmeren Reservoir Wärme, Q_k' , und führt dem kälteren Reservoir Wärme, Q_w' , zu. Nach dem ersten Hauptsatz ist die pro Arbeitsspiel vom Dampf auf den Kolben ausgeübte Arbeit $A' = Q_w' - Q_k'$.

Ist der Kreisprozess des Wärmeträgers *reversibel*, d. h. ebenso im umgekehrten Sinne durchführbar, wobei in jeder Phase Geschwindigkeiten, Arbeiten und Wärmeübergänge unveränderten Betrag, aber entgegengesetztes Vorzeichen haben, so lässt sich die Maschine sowohl als Antrieb wie auch als Wärmepumpe verwenden. Bei Vermeidung von Reibung, Temperatursprüngen, Wirbelbildung usw. lässt sich ein reversibler Kreisprozess in gewisser Annäherung verwirklichen.

Bauen wir also in unserm Schiff einen Wärmespeicher der absoluten Temperatur T_w , sowie zwei reversible thermische Maschinen auf, die wir für die gleiche Arbeit pro Kolbenspiel bemessen. Die eine, als Wärmepumpe betrieben, entziehe dem Meer von der Temperatur T_k die Wärmemenge Q_k und führe dem Speicher die Wärmemenge Q_w zu. Die zweite, zum Antrieb der ersten dienend, entnehme dem Speicher die Wärmemenge Q_w' und stosse die Wärmemenge Q_k' ins Meer ab. Verlustlose Übertragung der Arbeit angenommen, ist

$$A' = Q_w' - Q_k' = A = Q_w - Q_k \dots \dots (1)$$

Als Wärmeträger können wir in den beiden Maschinen ganz verschiedene Stoffe verwenden; auch brauchen wir als reversiblen Kreisprozess in der einen nicht einfach den umgekehrten Kreisprozess der andern zu wählen: Passt uns der Carnot-Prozess nicht, so nehmen wir den Stirling-Prozess (mit Regeneration). Sorgen wir vor allem für einen möglichst grossen Unterschied der Wirkungsgrade! Denn umso grösser wird die Wärmemenge $Q_w - Q_w'$, über die wir (bei Speichertemperatur T_w !) pro Kolbenspiel verfügen. Sei nämlich $\eta' = A/Q_w'$ der Wirkungsgrad des Motors, $\eta = A/Q_w$ das Verhältnis der aufgewendeten Arbeit zu der von der Wärmepumpe in den Speicher geförderten Wärmemenge. Dann ist

$$Q_w - Q_w' = Q_k - Q_k' = A \left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta'} \right)$$

Mit dieser Wärmemenge erzeugen wir, ohne den Gang unserer Gruppe zu beeinträchtigen, Dampf von der Temperatur T_w und treiben damit die Turbine der Schiffschraube! Sollte $Q_w - Q_w'$ negativ ausfallen, so lassen wir die Gruppe im umgekehrten Sinne laufen: die Wärmepumpe als Antrieb, den Motor als Wärmepumpe. Nichts hindert uns, den Betrag $|Q_k - Q_k'|$ der dem Meer pro Arbeitsspiel entzogenen Wärme durch eine entsprechende Vergrösserung unserer Anlage zu verausendfachen.

So wäre denn die von der Sonne immer neu gespeiste Energie des Weltmeers in unserer Gewalt? Der erste Hauptsatz verbietet es nicht. Unsere Maschinengruppe ist ja kein Perpetuum mobile, das die Energie für den Propellerantrieb aus dem Nichts hervorzaubert; sie holt sie vielmehr aus dem Ozean. Sie *schafft* nicht Energie, sondern macht die vorhandene Energie *gebrauchsfähig*, indem sie ermöglicht, Wärme statt bei Meerestemperatur bei Kesseltemperatur zu beziehen und damit das Gefälle zwischen den beiden Temperaturen auszunützen. Nach jedem Arbeitsspiel ist die Gruppe in ihren ursprünglichen Zustand zurückgekehrt; sie hat Arbeit weder aufgenommen, noch abgegeben; nichts ist

¹⁾ Eichelbergs Vortrag ist abgedruckt im «Schweizer Archiv» 1938, Nr. 11.

²⁾ Der zweite Hauptsatz bestätigt, dass der Lauf der Welt sich nicht umkehren lässt, und hängt wohl damit zusammen, dass die «Zeit» nur «zunehmen» kann.

³⁾ Natürlich sind Arbeiten und Wärmemengen in den selben Einheiten zu messen, beide etwa in kWh, oder beide in Cal.