

Das Haus "zum Napf" in Zürich, Umbau und Wiederherstellung

Autor(en): **Lüthi, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **125/126 (1945)**

Heft 12: **Generalversammlung Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein, 22. bis 24. September 1945 in Zürich**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83724>

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.



Sonderheft

zur 59. Generalversammlung des S. I. A.

22. September 1945 in Zürich

Das Haus «zum Napf» in Zürich, Umbau und Wiederherstellung

Von Dr. MAX LÜTHI, Dipl. Arch. S.I.A., Zürich

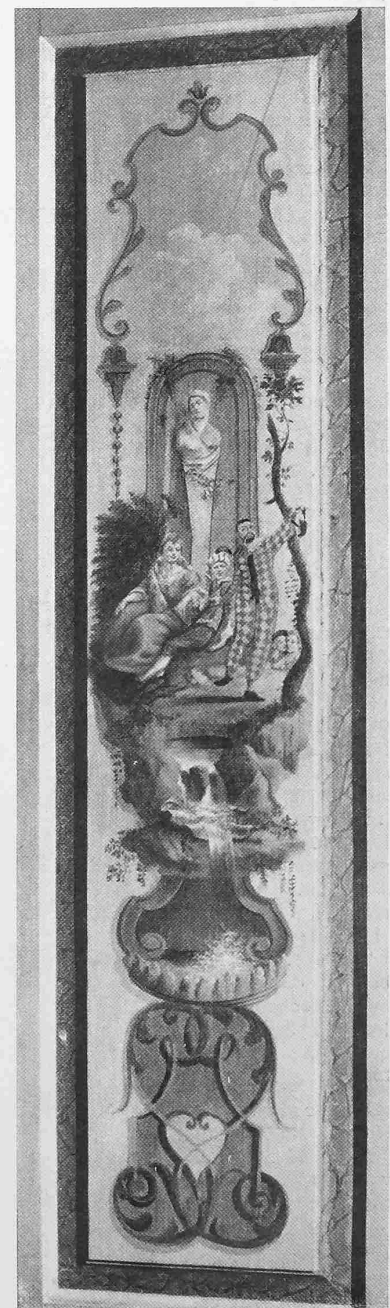
Es erfüllt uns mit Dankbarkeit, in Zeiten, da wertvolles bauliches Kunstgut im übrigen Europa vernichtet wird, von eigener erhaltender und restaurierender Arbeit berichten zu können.

Bei der Instandstellung des Hauses «zum Napf» handelt es sich nicht um eine reine Restaurierung, sondern um einen Umbau mit dem Ziel, das schon seit Jahren vom Statistischen Amt der Stadt Zürich bewohnte alte Bürgerhaus für Bureauzwecke besser verwendbar zu machen. Gerade weil man nicht auf die Schaffung eines Museums ausging, dem immer etwas totes, zweckloses anhaftet, ergab sich jene fruchtbare Wechselwirkung zwischen altem Bestand und neuer Zweckbestimmung, die in mancher Form unsere gegenwärtige Arbeit bereichert. Ein altes Bürgerhaus, das vornehmlich zum Wohnen gedient hatte, unter weitgehender Erhaltung seines alten Kunstgutes als Bureauhaus umzubilden, war nur unter Kompromissen möglich, die in der veränderten Zweckbestimmung der Räume begründet lagen.

Umfang der Bauarbeiten

Die überalterten, zerrissenen und versotteten Kaminanlagen und die Ofenheizungen mit langen horizontalen Leitungen waren zu entfernen und eine zentrale Warmwasserheizung einzubauen. Da das Haus nicht unterkellert ist, wurde der Heizkessel in einem Keller unter dem Hofe aufgestellt und das Heizungskamin in der südwestlichen Hausecke hochgeführt und über Dach an ein bestehendes Kamin des Nachbarhauses angeschlos-

Abb. 1 bis 3. Früh-Rokoko-Malereien im grossen gotischen Zimmer des zweiten Stocks (Abbildung 20, S. 122)
Links «Odor» Oben «Herbst» Rechts Harlekinade



sen. Die in einem ursprünglich offenen Holzbau an der Rückseite befindlichen Abtritte wurden ins Innere des Hauses verlegt an einen früheren Luftschaft, den man nach unten verlängerte. Ueberalterte Telefon- und Lichtleitungen wurden neu installiert und die alten Gasleitungen abgebrochen.

Im Erdgeschoss gelegene Ladeneinbauten (ein späterer Einbau) wurden abgebrochen und in Arbeitsräume umgewandelt, ebenso eine Abwartwohnung im ersten Stock. Die neue Zweckbestimmung der Räume erforderte eine starke Vergrößerung der Fensterflächen in den drei unteren Geschossen der Strassen-seite (Abb. 4 u. 5).

Der Dachstuhl wies starke Senkungen auf und die Auflager der Dachbinder waren in schlechtem Zustand. Zu schwach bemessene Unterzüge in der südwestlichen Hausecke waren durchgebrochen, infolge dessen auch alle darunter liegenden Tragkonstruktionen. Diese baulichen Mängel mussten unter möglichster Schonung und Erhaltung der wertvollen Innendekorationen behoben werden. Das Dach wurde als Doppeldach neu eingedeckt und von unproportionierten Dachaufbauten befreit. Im Hofe hat man einen Holzschuppen, der einen Drittel der Fläche bedeckte, abgerissen und die alte Hopfpflasterung durch einen Ziergarten ersetzt.

Im Anschluss an diese bauliche Renovation wurde das Haus «zum Napf» in seinem alten Bestande, sowohl an den Fassaden, als auch im Innern vollständig restauriert.

Bau- und Kunstgeschichtliches

Der «Napf» ist das Beispiel eines gediegenen Zürcher Bürgerhauses. Es waren ursprünglich zwei Häuser, deren Grundmauern schon auf das 14. Jahrhundert zurückgehen und die bei ihrer ersten Erwähnung im Jahre 1357 als Besitztum der ausgestorbenen Ratsfamilie Artzat bereits zusammengelegt waren. 1370-1432 wurde das Haus als «Lanzholz Hus» bezeichnet; es war bis 1440 Eigentum des Junkers Hans von Meiss und seiner Gattin Ita von Hofstetten. Bis 1444 bewohnte es der Rats Herr Rudolf Brun und seine Gattin Freiin Johanna von Hohenklingen. 1450 bis 1562 stand es im Besitz des Stadtschreibers und Bürgermeisters Rudolf von Cham und seiner Nachkommen, zuletzt der Beatrix von Cham und ihres Gatten Junker Marx Schultheiss vom Schopf (†1562) erstmals unter dem Namen «zum Napf». Aus dieser Zeit stammt das schöne spätgotische Zimmer im zweiten Stock (Abb. 20) mit wappengeschmückter Ziersäule und das Allianzwappen, das jetzt die Fassade schmückt (Abb. 11). Das Haus besass damals nur zwei Stockwerke, im jetzigen Erdgeschoss befanden sich die Stalungen.

Später waren Besitzer: 1564 bis 1657 Junker Hans Viktor von Schönau und sein Sohn Rudolf, bis 1672

Abb. 11 u. 12. Haustüre und Erdgeschoss-Flur



Abb. 4. Der «Napf» um 1943

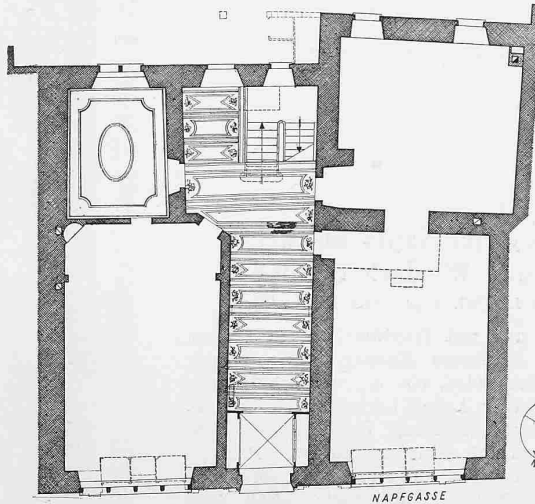


Abb. 7. Erdgeschoss

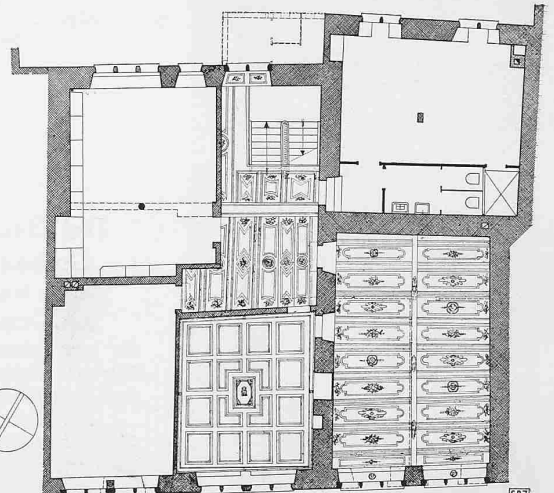
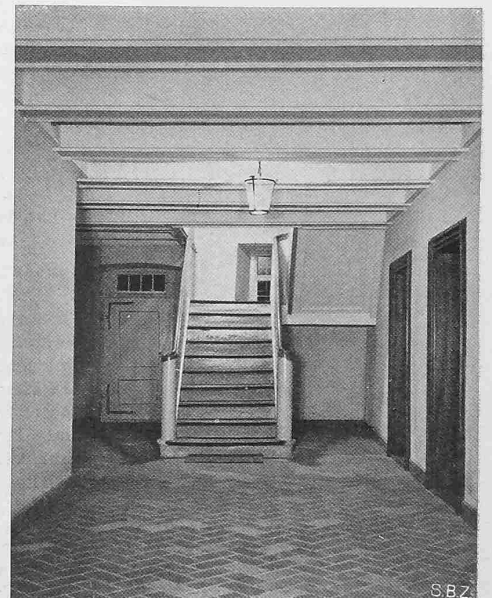


Abb. 8. Erster Stock

Masstab 1:250



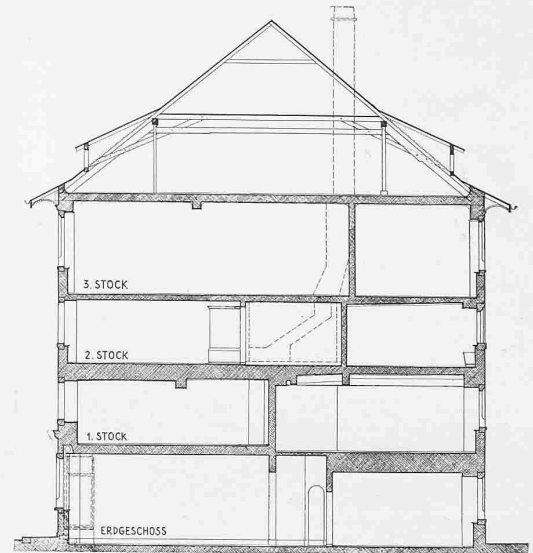


Abb. 6. Schnitt 1 : 250

Abb. 5 (links). Die restaurierte Fassade an der Napfgasse, 1945

Junker Marx Escher vom Luchs, 1672 bis 1689 Landvogt, Rats Herr und Säckelmeister Junker Hans Ulrich Escher vom Luchs und Familie Meier von Kno nau, 1689 bis 1746 die Familien Escher-Hess und Hess, Zunftmeister, Statthalter und Handelsherren. Ihren gesteigerten gesellschaftlichen Ansprüchen genügten die engen gotischen Wohnräume der unteren Stockwerke nicht mehr; sie stockten das Haus auf, versahen es mit einem gemeinsamen Dach und bauten die grossen Gesellschaftsäle des dritten Stockwerks ein (Abb. 16). Aus dieser

Renovationsperiode stammen nicht nur die spätbarocken Dekorationen der Treppenhäuser (Abb. 17) und des grossen Saales (Abb. 15), sondern auch die späteren Régence-Stuckdecken im dritten Stock (Abb. 18) und die Frührokoko-Male rien im gotischen Zimmer des zweiten Stockes (Abb. 1 bis 3, 19 und 20).

1746 bis 1777 Besitz des Landvogts Joh. Heinr. Hirzel und seines Sohns, 1777 bis 1785 des Salomon Trachsl er und des Direktors Johannes Lavater, 1785 bis 1793 des Quartierhauptmanns Hans Caspar Schinz und seiner Erben. Nach dem Verkauf an die Kuratoren

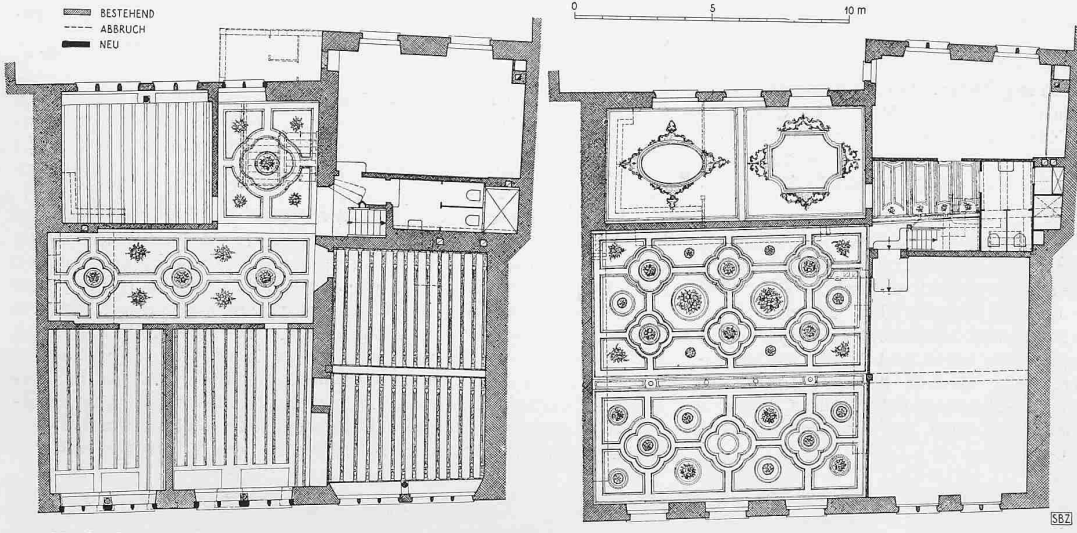


Abb. 9. Zweiter Stock

Masstab 1 : 250

Abb. 10. Dritter Stock

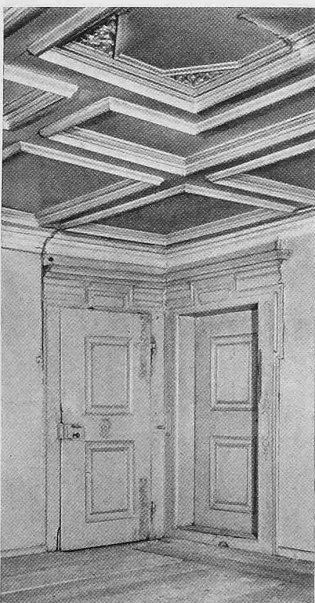


Abb. 13 und 14. Mittelzimmer im ersten Stock vor und nach der Restaurierung



Abb. 15. Stuckdecke vor der Renovation

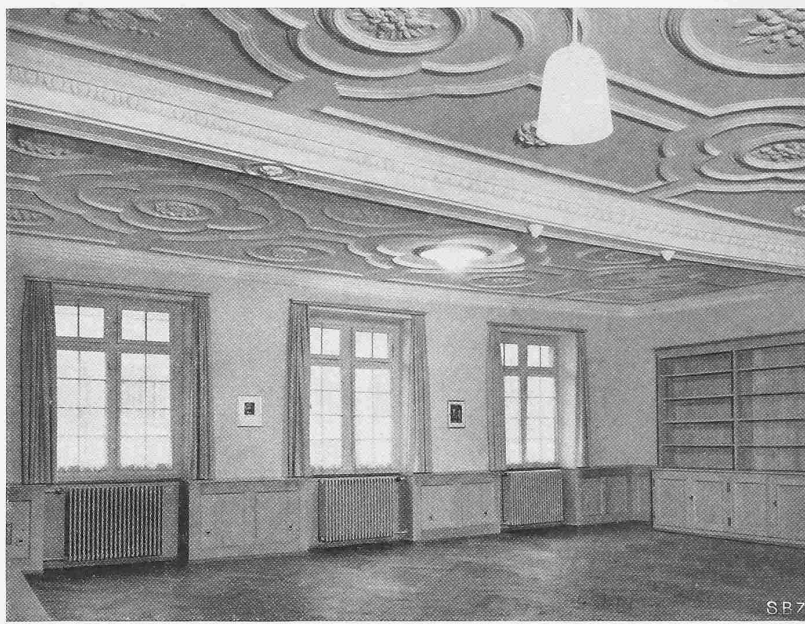


Abb. 16. Grosser Festsaal im dritten Stock

der Töchterschule wurde der «Napf» als Töchterschule, Volksschule und Musikschule verwendet, diente sogar vorübergehend als Tanzinstitut und seit 1909 als Sitz des Statistischen Amtes der Stadt Zürich.

Umbau und Gesamtrenovation begannen im Januar 1944 und wurden im Oktober 1944 zu Ende geführt. Am 28. November 1944 folgte die Uebergabe des Baues durch den Vorsteher des Bauamtes II, Stadtrat Arch. H. Oetiker an den Stadtpräsidenten.

Die *Baukosten* für Umbau und Restaurierung, veranschlagt zu 300 000 Fr., erreichten 295 690 Fr., entsprechend 72,15 Fr./m².

Die Restaurierung

Leitgedanke der Restaurierung war nicht die Ausrichtung des Hauses auf eine bestimmte Stil-Epoche (etwa die Spätgotik, die das Haus wesentlich beeinflusst hatte), es war im Gegenteil eine reizvolle Aufgabe, an diesem Beispiel alter Zürcher Bautradition zu zeigen, wie eine Folge von Geschlechtern angesehener Zürcher Rats-Familien diesen Bau bereichert haben durch Zutaten und Dekorationen ihrer Zeit. Gerade dieses Durcheinandergreifen von verschiedenen Stil-Epochen, oft in einem einzigen Raume, bildet einen künstlerischen Reiz, der uns beim Durchwandern dieser Räume beeindruckt.

Es handelte sich vor allem darum, den Bau zu befreien von späteren unschönen Zutaten, die hauptsächlich im 19. Jahrhundert dazugekommen waren, als der Sinn für handwerkliche Tradition erloschen war.

Die Fassaden

Der äussere Habitus des Hauses ist spätgotisch. Es wurde versucht, der Fassade wieder jene ruhige einfache Geschlossenheit zurückzugeben, die eine Zierde der Bürgerhäuser Alt-Zürichs ist, bei denen aller Reichtum der Formgebung nur im Innern in Erscheinung tritt.

Die vorgesetzte Rustika-Ladenfront, die die Fassade total banalisiert hatte, wurde zurückgespitzt (Abb. 4 u. 5). Die tiefen Parterre-Räume erforderten zwei neue Fenstergruppen, denen neue Ziergitter möglichste Geschlossenheit geben (früher war die ganze Parterre-Front überhaupt fensterlos gewesen, wie im schräg gegenüberliegenden «Brunnenturm»). Das Allianzwappen «Schultheiss vom Schopf - Beatrix von Cham» wurde wieder an die Fassade gesetzt; es war vorher stark überstrichen im Korridor angebracht gewesen. In der Durchbildung des Eingangsportales, dessen etwas gestelzte Proportion nicht geändert werden konnte, habe ich in der Gestaltung der Türprofile und des

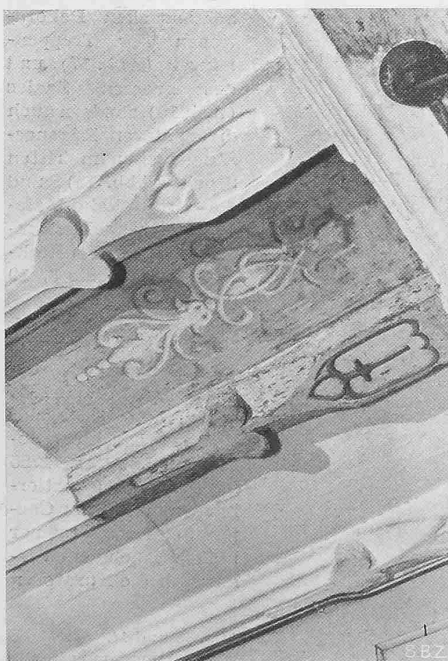


Abb. 19. Freilegen der Deckenmalerei



Abb. 20. Grosses gotisches Zimmer im zweiten Stock

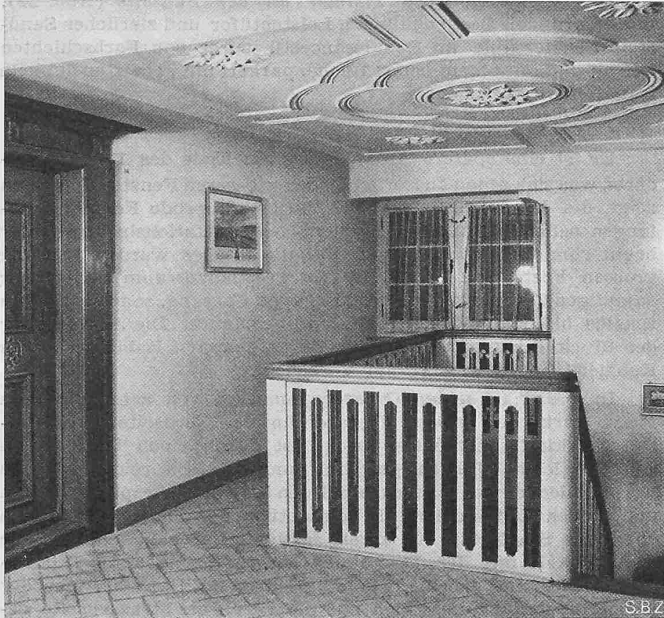


Abb. 17. Vorplatz im zweiten Stock

Ziergitters die reiche spätbarocke Formgebung der Haupträume des Innern angedeutet.

Die unregelmässigen kleinen Fenster der oberen zwei Stockwerke wurden ersetzt durch grössere Fenstergruppen, und dadurch nicht nur die Belichtung im Innern verbessert, sondern auch der Fassade Ruhe und Vornehmheit zurückgegeben.

Das Erdgeschoss

Der banale, schlauchartige Korridor wurde durch Einfügen eines Windfanges und durch Unterteilung der Decke in querliegende Balkenfelder in seinen Proportionen wesentlich verbessert (Abb. 12). In Anlehnung an bestehende stukkierete Balkenfelder des hinteren Deckenteils wurde die neue Decke mit Fruchtmotiven bereichert. Die in die neuen Arbeitsräume mündenden drei Türen haben wir ersetzt durch schöne alte Nussbaum-Türen aus städtischem Abbruchmaterial.

Die Bodenbeläge im Treppenflur des Erdgeschosses, wie auch der oberen Stockwerke stellen einen kriegsbedingten Versuch dar, gewöhnliche Pfungener Handsteine, Format 24/12/6 als Bodenbelag zu verwenden. Die Steine wurden nach alter Zürcher Art fischgratartig verlegt und nachher abgeschliffen; dadurch erhielten die Böden mehr Frische und Leben.



Abb. 18. Kabinett mit Régence-Decke im dritten Stock

Der Eingangsflur wurde dekorativ bereichert durch Anbringen von Inschriften aus der reichen baulichen Vergangenheit des Hauses, wobei neben den Namen der alten Rats-Geschlechter ihre Wappen auf den hellgrauen Wandputz gemalt wurden (auf Abb. 12 noch nicht ausgeführt).

Ausser einem kleinen Gartenzimmer auf der Südseite, mit entsprechender Stukkdecke mit Mittelmedaillon, sind keine weiteren Räume des Erdgeschosses von dekorativem Wert.

Der erste Stock

Die stukkierete Decke des Treppenvorplatzes besitzt eine im Motiv abwechselnde Feldereinteilung aus Rahmenprofilen mit Frucht-Dekor auf den Deckenbalken und in den Zwischenfeldern, die in ihren fehlenden Teilen ergänzt wurden. Die überstrichenen nussbaumenen Türeinfassungen und Türblätter wurden abgelautet und in ihrer Materialechtheit wieder zur Geltung gebracht, die bemerkenswert schönen Beschläge von Farbanstrichen befreit und zum Teil nach alten Mustern ergänzt.

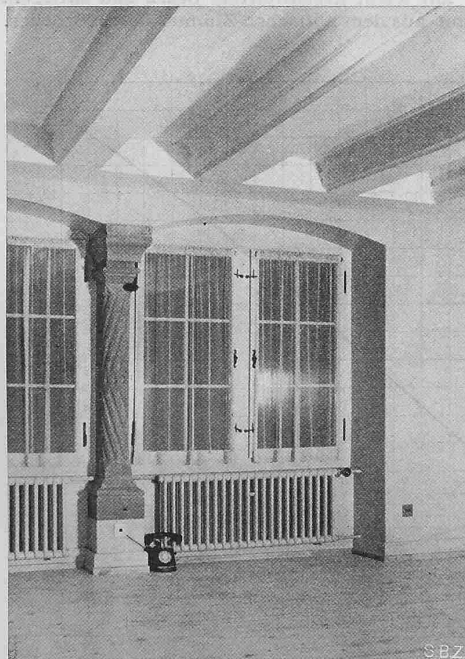


Abb. 21. Einbau einer Fenstersäule

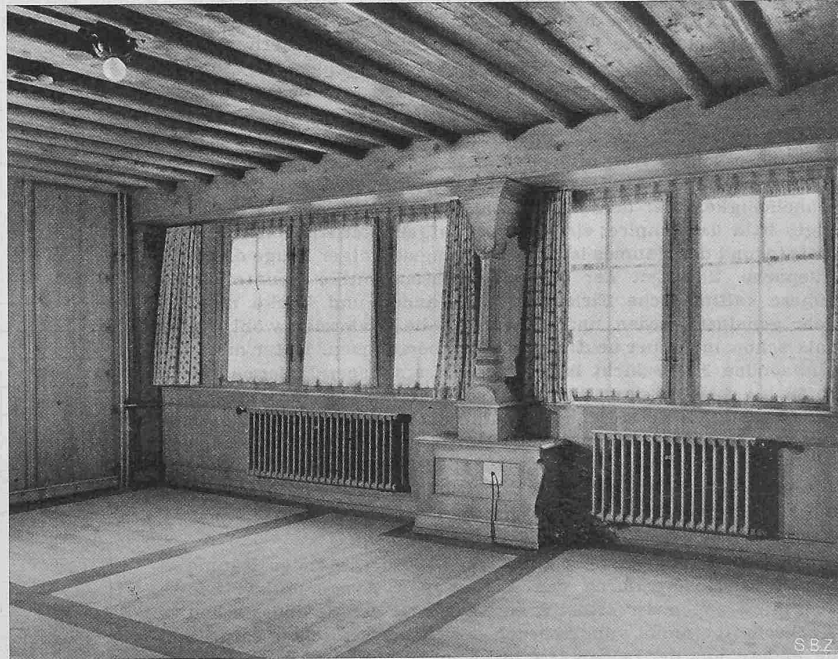


Abb. 22. Kleines gotisches Zimmer im zweiten Stock

In der Wahl der Beleuchtungskörper haben wir bewusst jede «Altertümelei» vermieden; die modernen Ganzglas-Halbkugeln und schwalbennestartigen Wandleuchter passen sich wie selbstverständlich dem reichen dekorativen Rahmen der Räume an.

Das getäfelte *Nordzimmer mit Kassetten-Decke* (Abb. 13 und 14) im Stile der Spät-Renaissance mit Knorpel-Ornamenten in einzelnen Decken-Zwickeln und Zierkartuschen, vermutlich ein Einbau des 17. Jahrhunderts, war vollständig in heller Farbe überstrichen, wohl um den dunkeln Raum aufzuhellen (dienten doch die drei an der Strassenseite gelegenen Räume bis in die letzten Jahre noch als Abwartwohnung; sie wurden erst durch den Umbau als Arbeitsräume eingerichtet). Nach Ablaugen der Decke kamen die Friese des Rahmenwerkes in Nussbaumholz wieder zur Geltung gegenüber den alten Weichholzfüllungen der Deckenfelder. Das einfache Leisten-Wandtäfer wurde nach alten Profilen vollständig erneuert, die schönen Türen abgelautet und ergänzt.

Der links neben dem Mittelzimmer gelegene Raum war durch Zwischenwände unterteilt, durch deren Entfernung die schöne Stuckdecke mit Rahmen-Profilen und Frucht-Ornamenten wieder ihre frühere behäbige Proportion erhielt.

Die übrigen Räume des I. Stockes sind Nutzräume ohne dekorativen Wert.

Der zweite Stock

Die Stuckdecke des *Vorplatzes* (Abb. 17), ein schönes Beispiel der dekorativen Gestaltung des ausgehenden 17. Jahrhunderts, mit Rahmeneinteilungen durch Vierpass-Motive und darin liegende Fruchtbündel gibt schon den Auftakt zur reicheren Ausgestaltung der eigentlichen Wohn- und Festräume. Die Stukturen waren besonders im hinteren Teil des Korridors arg beschädigt und mussten erneuert werden.

Der kunstgeschichtlich wertvollste Raum des Hauses ist das *gotische Zimmer* auf der Nordseite (Abb. 20). Die Holzbalkendecke mit Mittelunterzug zeigt eine leichte Wölbung, weniger ausgesprochen als im gotischen Saal im Rüden. Die Enden der gekehlten Zierbalken sind lindenblattförmig geschnitzt (Abb. 19) und ein kräftiges Hohlkehrl-Profil zieht sich mäanderartig um die Balkenköpfe. Die Fensterfront ist als Sechsergruppe in der Mitte von einer schönen gotischen Fenstersäule unterstützt mit Wappen des Marx Schultheiss vom Schopf († 1562) und reicher rautenförmiger Kehlung. Das Zimmer ist ein typisches Beispiel für das zähe Festhalten spätgotischer Stilformen bis in die Mitte des 16. Jahrhunderts. Spätere Stil-Epochen haben nun den Habitus dieses Raumes stark verändert. So wurden um 1730–50 an der einen Längsseite Schrankfronten mit einer Mittelnische eingebaut und dekorativ bemalt. Diese *Malereien im Stile des Früh-Rokoko* (Abb. 1 bis 3) gehen auf eine Gruppe französischer Ornamentiker der Régence zurück (Gillot-Audran-Watteau). Die Panneaux der Kastentüren zeigen äusserst fein gemalte figürliche Schäferszenen und Harlekinaden, umrahmt von dekorativem Rankenwerk, Muscheln und der damals typischen Band-Ornamentik. Die kleineren Rahmenfelder stellen landschaftliche Aspekte dar. Zwischen den Schranktüren sind barocke Marmorsäulen aufgemalt. Aber nicht nur der Schrank, sondern auch die Seitengewände der Fenster, die Brüstungsfelder, die gotischen Balken und Profile der Unterzüge sind mit dieser Band-Ornamentik verziert, ja sogar der Tragpfosten des Mittelunterzuges musste sich eine aufgemalte Barocksäule gefallen lassen. Dass diese dekorativen Malereien in seltener Farbenfrische bis in die Gegenwart gerettet werden konnten, verdanken wir der Schnellebigkeit der damaligen Stile. Auf das zierliche Rokoko folgte bald das Empire; ein wuchtig aufgebaute Kachelofen im Hintergrund des Raumes ist ein erhaltungswürdiger Zeuge dieser Stilepoche. Zur Zeit der wiedererwachten Antike konnte der frühere «altmodische Firlelfanz» an Wänden und Decke nicht mehr geduldet werden und so wurden die Malereien wohl damals schon mit einer neutralen Farbe überstrichen. Unter dieser schützenden Farbschicht haben sich diese seltenen Malereien so trefflich erhalten, dass sie keiner Retouche bedurften und nur abgewetzte Stellen im Grundton aufgetupft wurden. Das Ablösen der alten Farbschichten über den Malereien war allerdings eine heikle Arbeit, die viel Fingerspitzengefühl erforderte (Abb. 19). Die unbehandelten Wandteile des Raumes wurden durch ein kaum in Erscheinung tretendes Leistentäfer gedeckt und der Boden erhielt ein neues Buchen-Parkett.

Die beiden neben dem gotischen Zimmer liegenden Räume wurden bereichert durch den *Einbau von Fenstersäulen*. Die eine, mit Wappen der «Rubli», ein Geschenk der Antiquarischen Gesellschaft, stammt vom Abbruch des Hauses Storchengasse 16, die andere aus der Leuengasse 10 (Abb. 21). Kleine Inschriften an den Säulen weisen auf diese Einbauten hin.

Das kleine, *gotische Zimmer an der Südseite* (Abb. 22), mit halbrunden Deckenbälkchen, Leistentäfer und zierlicher Sandstein-Fenstersäule im Renaissancestil wurde von Farbschichten befreit und mit einem neuen Buchenparkett mit gebeizten dunkeln Randfeldern versehen.

Der dritte Stock

Er ist eine spätere Aufstockung am Ende des 17. Jahrhunderts, was sich schon äusserlich in den grösseren Fensteröffnungen zeigt, die keine Rücksicht auf darunterliegende Fenstereinteilungen nehmen. Entsprechend dem Repräsentationsbedürfnis der begüterten und baufreudigen Familie Escher wurden hier die grossen Festräume errichtet. Der Treppenvorraum besass zur damaligen Zeit nicht die heutige knappe Fassung, sondern reichte spazios bis zur südlichen Umfassungsmauer. Die Fortsetzung der Stuckdecke kam über der tiefer gelegten Rabitzdecke des Kanzleibaus wieder zum Vorschein.

Imposant in seinen Grössenausmassen von zehn auf zehn Meter wirkt der *grosse Festsaal* an der Nordseite (Abb. 16). Die stukkierete stützenlose Decke ist durch einen Unterzug in zwei ungleiche Hälften getrennt und ist noch reicher als die Vorplatzdecken des 2. Stockes mit den beliebten Vierpass-Motiven und runden Medaillons mit Fruchtmotiven geschmückt. Stilistisch hat diese Stukkatur mit ihren saftigen Barockprofilen grosse Ähnlichkeit mit der Decke des barocken Saales im «Rüden» und solchen im «Kleinen Pelikan» und im Rathaus. Bei der Wiederherstellung liess sich nur die gegen die Strassenseite gelegene Hälfte in ihrer ursprünglichen Stukkatur erhalten, während der hintere Teil auf einem besseren Putzträger neu aufgezogen werden musste. Der Saal ist von einem einspringenden Einbau und einem Eckkamin befreit worden. Die Wände waren als Schrankfronten auszubilden, wobei man durch helle Färbung der Schrankgestelle und Anpassung an die Wandfarbe versucht hat, die Schränke möglichst unauffällig in den Raum einzugliedern.

An der Südseite des Stockwerkes befanden sich noch zwei Kabinette mit reizenden *Deckenstukkaturen im Stile der Régence* (Abb. 18). Feingliedriges Rankenwerk und Bandornamentik schlingen sich in symmetrischen Mustern um stärker profilierte Mittelmedaillons. Stilverwandte Decken finden sich heute noch im «Kleinen Pelikan» und im Stockargut «Im Berg», eine feinfühligere Art der Deckenstukkatur, die in den dreissiger Jahren des 18. Jahrhunderts eine leider nur kurze, aber besonders sympathisch anmutende Epoche der Innendekoration darstellt. Eine spätere ungeschickte Raumunterteilung hatte die hintere Deckenstukkatur teilweise abgeschnitten und zerstört. Durch Entfernen dieser Holz-Querwand ist ein zusammenhängender Raum geschaffen worden (Abb. 18). Ebenso hat man eine $\frac{4}{5}$ hohe schokoladebraun gestrichene Wandtäferung abgebrochen und ersetzt durch ein Nussbaum-Barocktäfer in Brüstungshöhe, das nun in Verbindung mit den hellgrauen Putzwänden die feingliedrige Deckenstukkatur viel besser zur Geltung kommen lässt. Die schöne Barocktüre mit leicht geschweiftem Sturz und saftigem Rahmenprofil stammt aus dem gotischen Zimmer des 2. Stockes.

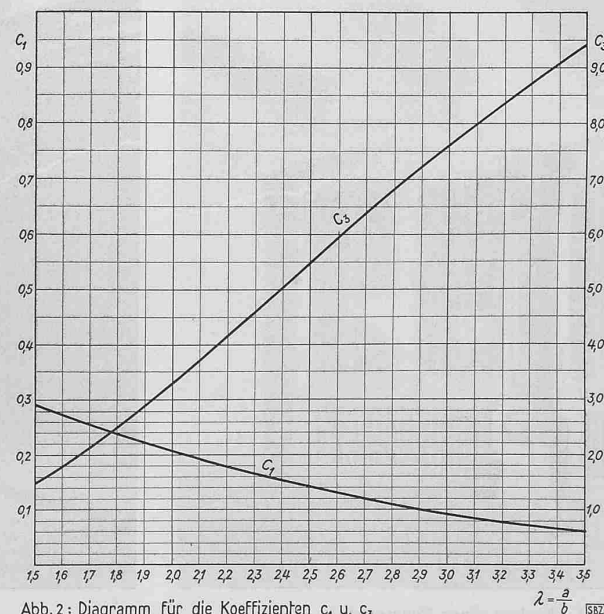


Abb. 2: Diagramm für die Koeffizienten c_1 u. c_3

$$\lambda = \frac{a}{b} \quad [587]$$

Der Dachstuhl

Mit seinem doppelten Sprengwerk von 15 m Spannweite stellt der Dachstuhl eine beachtenswerte handwerkliche Leistung dar. Er krankte jedoch schon zur Zeit seiner Erstellung am Ende des 17. Jahrhunderts unter der Verwendung von zu langen und zu schlanken Hölzern, schlechter Ausbildung der Binderfüsse und zu schwach bemessenen Unterzügen in der Südwestecke. Die dort durchgebrochenen Unterzüge hat man durch Hetzer-

konstruktionen ersetzt, die Dachhaut gehoben und gesichert unter Erhaltung des alten Bestandes der Dachkonstruktion.

Dass die Restaurierungsarbeiten am «Napf» zum guten Gelingen gebracht wurden, verdankt der Architekt der wertvollen Mitarbeit des Städtischen Hochbauinspektorates. Die baugeschichtlichen Angaben gehen auf Forschungen des Stadtarchivars Dr. H. Waser zurück, für die ich auch hier bestens danke.

Näherungsberechnung dreiseitig eingespannter Platten

Von Dipl. Ing. HANS STRAUB, Rom

Der im Wasser- oder Tiefbau tätige Eisenbetoningenieur hat häufig rechteckige, durch Erd- oder Wasserdruck belastete Platten zu berechnen, die längs drei Seiten eingespannt, längs der vierten jedoch frei beweglich sind. Die Aufgabe stellt sich z. B. beim Bau von offenen Behältern, Schwimmkasten, Druckluftcaissons u. dgl.

Die strenge Lösung des Problems, die auf die Integration der Differentialgleichung der elastischen Fläche

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{12(m^2 - 1)}{m^2 E h^3} p$$

hinausläuft, ist, auch bei Benützung der von Nadai¹⁾ angegebenen Differenzenmethode, zu kompliziert und zeitraubend, um in der Praxis Anwendung zu finden. Da andererseits Tafeln für diesen Lagerungsfall, soweit mir bekannt ist, nicht veröffentlicht sind²⁾, pflegt der Konstrukteur die für die Bemessung und Bewehrung massgebenden Biegemomente nach den beiden Richtungen auf Grund elementarer Ueberlegungen abzuschätzen, was bei einiger Uebung auch zu praktisch durchaus genügenden Ergebnissen führt.

Um jedoch bei der häufig wiederkehrenden Aufgabe nicht nur auf gefühlsmässige Schätzungen angewiesen zu sein, hat der Verfasser versucht, auf Grund eines Näherungsverfahrens zwei kleine Tafeln zu berechnen, denen die Koeffizienten zur Berechnung der Biegemomente unmittelbar entnommen werden können. Das benützte Verfahren beruht auf dem Umstand, dass «es für die näherungsweise Berechnung des Biegungs Pfeiles ziemlich gleichgültig bleibt, von welcher besonderen Annahme über die Gestalt der elastischen Fläche man dabei ausgeht, wenn sie nur einigermaßen den Umständen angemessen ist»³⁾.

Die Gestalt der elastischen Fläche der Platte (Abb. 1) sei durch folgenden Ansatz gegeben:

$$w = C (\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4) (4 - 5\eta + \eta^5) \dots (1)$$

worin $\xi = \frac{x}{a}$; $\eta = \frac{y}{b}$; $C = 4 w_{max}$

Man überzeugt sich leicht, dass dieser Ansatz den Randbedingungen genügt. In der Tat werden längs der drei eingespannten Seiten Verschiebung und Neigung (w und w') gleich null, während längs des freien Randes in Richtung normal zur Randlinie Moment und Querkraft (w'' und w''') den Wert null annehmen (wobei für die Querkraft allerdings der Einfluss des Scherungs-Momentes vernachlässigt wird).

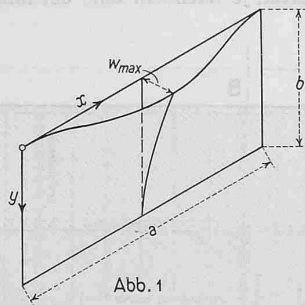


Abb. 1

Die Konstante C ergibt sich wie üblich durch Gleichsetzen der Formänderungsarbeit mit der äusseren Arbeit der Belastung.

Die Formänderungsarbeit ist durch folgenden Ausdruck gegeben⁴⁾:

$$A_f = \frac{G h^3}{12} \int \left\{ \frac{m}{m-1} \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 \right] + \frac{2}{m-1} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2 \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right\} dF$$

oder, wenn, wie für Eisenbeton zulässig, $m = \infty$ und $G = \frac{m E}{2(m+1)} = \frac{E}{2}$ gesetzt wird,

$$\left. \begin{aligned} M_x &= E J \frac{C}{a^2} (2 - 12\xi + 12\xi^2) (4 - 5\eta + \eta^5) \\ M_y &= E J \frac{C}{b^2} (\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4) 20\eta^3 \end{aligned} \right\} \dots (9)$$

Nach Einsetzen des Ausdrucks für C aus Gl. (8) und kürzen von J gegen $\frac{h^3}{12}$ ergibt sich schliesslich

worin h die Plattendicke bedeutet.

Mit dem durch Gl. (1) gegebenen Wert von w erhält man nach Durchführung der Differenzierungen

$$A_f = \frac{E h^3}{24} C^2 \int \left\{ \frac{1}{a^4} (2 - 12\xi + 12\xi^2)^2 (4 - 5\eta + \eta^5)^2 + \frac{1}{b^4} (\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4)^2 (20\eta^3)^2 + \frac{1}{a^2 b^2} 2 (2\xi - 6\xi^2 + 4\xi^3)^2 (5\eta^4 - 5)^2 \right\} dF$$

und über die Plattenfläche $a b$ integriert

$$A_f = \frac{E h^3}{24} C^2 \left(\frac{800}{231 a^4} + \frac{40}{441 b^4} + \frac{128}{189 a^2 b^2} \right) \dots (3)$$

Die äussere Arbeit der Belastung p beträgt

$$A_a = \int \frac{p w}{2} dF \dots (4)$$

Es sollen die beiden Fälle einer gleichmässig verteilten und einer linear von null am freien bis p_{max} am gegenüberliegenden, eingespannten Rand wachsenden Belastung betrachtet werden.

Für die gleichmässig verteilte Belastung p ergibt sich nach den Gl. (4) und (1)

$$A_a = \frac{p}{2} C \int (\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4) (4 - 5\eta + \eta^5) dF = \frac{p C}{36} (5)$$

Für die dreieckförmig verteilte Belastung $p = \frac{y}{b} p_{max} = \eta p_{max}$ hingegen

$$A_a = \frac{p_{max}}{2} C \int (\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4) (4 - 5\eta + \eta^5) \eta dF = \frac{p_{max} C}{126} (6)$$

Da die elastische Fläche nach der getroffenen Näherungs-Annahme für beide Belastungsfälle bis auf den Koeffizienten C die selbe Gestalt besitzt, unterscheiden sich auch die Biegemomente in beiden Fällen nur durch einen konstanten Faktor, und wir können uns im folgenden auf die Behandlung eines von beiden beschränken. Wir wählen dazu den Fall der dreieckförmig verteilten Last.

Der Wert von C ergibt sich wie gesagt durch Gleichsetzen der Ausdrücke für A_f und A_a , in unserm Fall somit der rechten Seiten der Gl. (3) und (6):

$$\frac{E h^3}{24} C^2 \left(\frac{800}{231 a^4} + \frac{40}{441 b^4} + \frac{128}{189 a^2 b^2} \right) = \frac{p_{max} C}{126} (7)$$

woraus

$$C = p_{max} \frac{a^2 b^2}{E h^3} \frac{693 \lambda^2}{330 \lambda^4 + 2464 \lambda^2 + 12600} \dots (8)$$

wenn das Seitenverhältnis $\frac{a}{b}$ mit λ bezeichnet wird.

Mit der Bestimmung von C ist die Gestalt der elastischen Fläche vollständig festgelegt und die Biegemomente ergeben sich ohne weiteres nach den bekannten Ausdrücken

$$\frac{M_x}{E J} = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \quad \text{und} \quad \frac{M_y}{E J} = \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$$

Durch Differenzieren des Ausdrucks für w aus Gl. (1) erhält man

$$\left. \begin{aligned} M_x &= E J \frac{C}{a^2} (2 - 12\xi + 12\xi^2) (4 - 5\eta + \eta^5) \\ M_y &= E J \frac{C}{b^2} (\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4) 20\eta^3 \end{aligned} \right\} \dots (9)$$

Nach Einsetzen des Ausdrucks für C aus Gl. (8) und kürzen von J gegen $\frac{h^3}{12}$ ergibt sich schliesslich

¹⁾ Nadai, «Elastische Platten». Springer, Berlin.
²⁾ Vgl. Dr. H. Bleich, «Die Berechnung schmaler, dreiseitig gelagerter Platten» in Bd. 114, S. 141* der SBZ (16. Sept. 1939), wo der Verfasser einleitend feststellt: «Während der Ingenieur zur Berechnung vierseitig gelagerter Platten in jedem Handbuch Zahlentafeln vorfindet, ... sind entsprechende Tafeln für die Berechnung dreiseitig gelagerter Platten nicht veröffentlicht worden, obwohl solche Platten häufig genug vorkommen».
³⁾ A. und L. Föppl, «Drang und Zwang», 3. Aufl., 1. Bd., § 20 (S. 145).
⁴⁾ Föppl, 1. c., S. 131.