

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 13: 75 Jahre G.e.P.: Festschau zur Generalversammlung der Gesellschaft ehemaliger Studierender der E.T.H.

Artikel: Das Wärmepumpen-Ergänzungswerk Walcheplatz, Zürich, des Fernheizkraftwerkes der E.T.H.
Autor: Schindler-Fässler, G. / Schindler, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-54019>

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: 22.02.2026

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

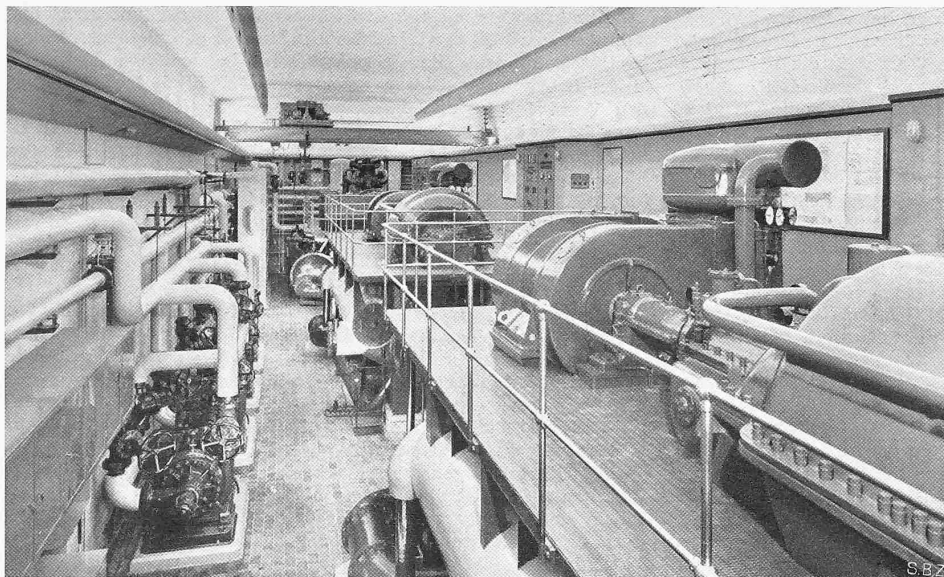


Abb. 3. Gesamtbild gegen die Bergseite, vorn zwei Thermobloc-Gruppen von Brown Boveri

Das Wärmepumpen-Ergänzungswerk Walcheplatz, Zürich, des Fernheizkraftwerks der E. T. H.

Von Dipl. Arch. G. SCHINDLER-FASSLER (G. E. P.) und
Dipl. Ing. (E. I. L.) C. SCHINDLER, Zürich

II. Baulicher Teil

In der SBZ, Bd. 123, S. 52* (29. Jan. 1944), wurde der Zweck des Wärmepumpen-Ergänzungswerkes eingehend behandelt und seine maschinellen Anlagen beschrieben. Im folgenden soll noch auf den baulichen Teil des Werkes, dessen Gesamtleitung die Direktion des Fernheizkraftwerkes innehatte, eingetreten werden. Projekt und Bauleitung für die Bauarbeiten wurden der Firma G. Schindler, Architektur- und Ingenieurbureau, übertragen, unter Zuziehung von Prof. Dr. E. Meyer-Peter als Experten.

Die Lage des Wärmepumpenwerkes ist durch betriebliche Anforderungen bestimmt und es mussten verschiedene bauliche Schwierigkeiten und Risiken in Kauf genommen werden, als man den Entschluss fasste, wegen Limmatnähe und bester Lage in bezug auf die bestehenden Fernheizleitungen und die zu be-

fallende grobe Verunreinigungen auf der kurzen Strecke vom See bis zum Einlauf nicht zu erwarten sind. Schwimmende Verunreinigungen werden durch einen Grobrechen und zwei Feinrechen zurückgehalten und der Schlamm sammelt sich in einem Schlamm-sammler, von wo er während des Betriebes durch eine fest eingebaute Schmutzwasserpumpe in die Rücklaufleitung befördert wird. Material, das an den Rechen hängen bleibt, wird bei wechselweise aufgezogenen Rechen entfernt und in einen an der Druckleitung der Pumpe befestigten Spülkasten geschüttet. Muss die Einlaufkammer entleert werden, so kann sie durch eine Schütze gegen die Limmat abgesperrt und mit der Schmutzwasserpumpe entleert werden. Der Einlauf und die Uebergänge von der Einlaufkammer zur Verbindungsleitung sind so geformt, dass die Strömungswiderstände auf ein Mindestmass herabgesetzt werden (Schnitte Abb. 2). Die Wasserzuleitung zum Maschinenraum besteht aus Schleuderbeton-Rohren von 80 cm Innendurchmesser.

Die Rückleitung des Wassers in die Limmat gab zu langwierigen Konzessions-Verhandlungen Anlass. Gegenwärtig

heizenden Objekte den Maschinenraum unter dem Walcheplatz längs der Nordfassade des Kaspar Escher-Hauses zu stellen (Abb. 1).

Beschreibung der Anlage

Das Einlaufbauwerk (Abb. 2, S. 159) unter dem Trottoir hinter der Ufermauer der Limmat ist für 1 m³/s bemessen. Die Einlauföffnung in der Ufermauer musste 3 m breit gehalten und die Schwelle sehr tief gelegt werden, da die Wasserhöhe an dieser Stelle während der Bauarbeiten für die Seeabflussregulierung nur 80 ÷ 90 cm betragen wird. Der Wasserspiegel liegt gegenwärtig 2 m über der Schwelle und nach der Regulierung sogar 4 m darüber (Limmatsohle 402,10; Wasserstand jetzt 404,00, während der Regulierungsarbeit 403,0, später max. 406,00).

Trotz des tiefliegenden Einlaufs ist die Gefahr, dass der Fluss Material vor der Öffnung ablagert, gering, da das Geschiebe nicht über den Zürichsee hinaus gelangt und andere ins Gewicht

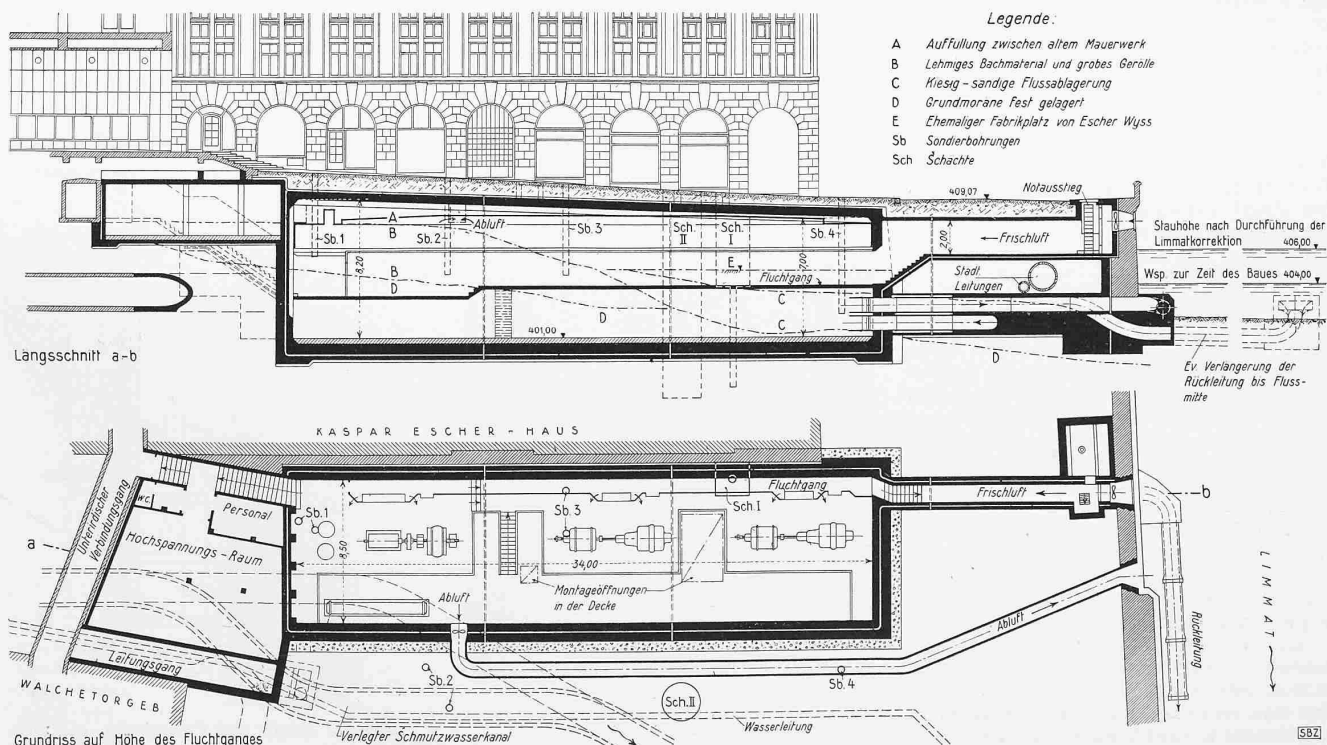


Abb. 1. Horizontalschnitt mit Grundriss, darüber Längsschnitt des Wärmepumpenwerkes im Walcheplatz. — Masstab 1:400

darf die Leitung unterhalb des Einlaufs längs der Ufermauer ausmünden; aber es mussten alle Vorkehrungen getroffen werden, um beim Bau eines weiten, limmatwärts liegenden Wärmepumpwerkes das (um etwa 1 °) abgekühlte Wasser in die Flussmitte zu führen. Unter der Ufermauer befindet sich das beidseitig zugemauerte Abzweigrohr für die spätere Rückleitung in die Limmatmitte. Zwischen der Rückleitung und der Einlaufkammer ist ein durch eine Schütze abgeschlossener Verbindungsstutzen eingebaut, der Versuche im Umlaufbetrieb mit und ohne Zusatz von frischem Limmatwasser erlaubt. Auf diese Weise können auch im Sommer für Versuchszwecke niedere Temperaturen erreicht werden. Zur Vermeidung eines zu grossen Aushubschlitzes verlegte man die Rückleitung im Teilstück zwischen Ufermauer und Maschinenraum über die Zuleitung. Der Verbindungsgang zwischen Einlaufkammer und Maschinenraum liegt über Zu- und Rückleitung und ist mit diesen zu einem schmalen, bis unter die Strasse reichenden Baukörper verbunden. Er dient auch gleichzeitig als Fluchtgang und als Frischluftkanal für den Maschinenraum.

Der Maschinenraum hat ein liches Ausmass von 34 m × 8,50 m und eine mittlere Höhe von 7,5 m; sein Boden liegt 3 m unter dem jetzigen und 5 m unter dem zukünftigen Limmatpegel. Das Abwasser im Rauminnern fliesst in einer Abwassergrube zusammen und wird mit einer automatischen Pumpe entfernt. In einer weiteren Bodenvertiefung liegt der Behälter, der das von BBC verwendete Kühlmittel enthält. Da in die stark beanspruchte und dementsprechend armierte Bodenplatte keinerlei Leitungen eingespitzt werden dürfen, wurde sie rd. 30 cm unter Bodenhöhe erstellt und der Zwischenraum mit Magerbeton aufgefüllt, in den die zahlreichen Kabelkanäle und Abwasserleitungen nach Belieben verlegt werden konnten. Die mit Korkzwischenlagen isolierten Fundamente der drei Wärmepumpenaggregate und der zahlreichen zusätzlichen Maschinen hingegen stehen direkt auf der Bodenplatte.

Die Limmatwasserleitungen sind auch im Innern des Maschinenraumes übereinander verlegt und wurden, damit bei Temperaturänderungen schädliche Spannungen bei den Anschlüssen an die Maschinen vermieden werden, in armierte Rohrsockel fest einbetoniert. Ueber den Rohrleitungen verläuft auf die ganze Länge des Maschinenraumes auf einer durchlaufenden Konsolplatte ein «Fluchtgang», der von den Bedienungspodesten direkt erreicht werden kann und mit dem als Notausgang dienenden Verbindungsgang zum Einlaufbauwerk in Verbindung steht. Auch die Kranbahnschienen sind nicht auf Einzelstützen oder Einzelkonsolen, sondern auf durchlaufenden Konsolen verlegt, die räumlich als Gesimse wirken.

Der Hochspannungsraum liegt unter dem Walchedurchgang, rd. 6 m höher als der Maschinenraum. Die Tragkonstruktion der darüber liegenden armierten Bodenplatte und der Freitreppe, die ursprünglich zum Teil auf den Mauern des alten Walcheters ruhte, konnte trotz deren unregelmässiger Anordnung so auf Stützen und Zwischenwände übertragen werden, dass sie im Innern des Hochspannungsraumes nicht mehr in Erscheinung tritt.

Einige Schwierigkeiten bereitete es, brauchbare Zugänge zu der tief unter dem Boden liegenden Anlage zu schaffen, da der Walchplatz nicht verändert werden durfte. Der Personal-Eingang konnte vom Kaspar Escher-Haus her vorgesehen werden, genügte aber auf keinen Fall für das Einbringen der Maschinen. Deshalb sind in der Decke über dem Maschinenraum zwei Montageöffnungen ausgespart worden. Eine kleine Öffnung von 1 m², die leicht zu bedienen ist, wird für den normalen Betrieb zum Einbringen von Fässern, Rohren usw. benützt, während eine zweite Öffnung von 10 m² Fläche mit schweren befahrbaren Deckeln verschlossen ist und nur in Ausnahmefällen geöffnet wird. Eine weitere Öffnung führt vom Trottoir beim Einlaufwerk in den Verbindungsgang. Da sie als Notausstieg dient, kann der Deckel von innen her mit einem Getriebe geöffnet werden, das gleichzeitig die Handläufe einer bequemen Treppenleiter hochzieht.

Der Belüftung der Anlage musste besondere Beachtung geschenkt werden, da in dem vollständig unter dem Platz liegenden Bau keine Luft- oder Fensterschächte angebracht werden konnten. Es fiel besonders ins Gewicht, dass im Innern während

des Betriebes der Maschinen eine bedeutende Wärmemenge frei wird und dass bei allfälligen Störungen in kurzer Zeit unerträgliche Mengen Kältemittel in Gasform in den geschlossenen Raum austreten können. Die Frischluft wird in der Ufermauer von einem Schraubenventilator angesogen und durch Staubfilter in den Verbindungs- und Fluchtgang gepresst. Wird der Fluchtgang benützt, so bewegen sich die Schutzsuchenden im Frischluftstrom und sind durch Kältemittel nicht mehr gefährdet. Sie können vom Fluchtgang aus den Frischluftstrom sowie die Abluft mit besonderen Vorrichtungen regulieren. Die Luft tritt vom Fluchtgang her hinter den Limmatwasserleitungen in den Maschinenraum, wo sie sich abkühlt und allenfalls Kondenswasser abgibt, bevor sie an die Maschinen gelangt und sich wieder aufwärmt. Trotzdem wurden im Raum besondere Massnahmen gegen Schwitzwasserbildung getroffen und unter den tiefgekühlten Teilen der Wärmepumpen Tropfenrinnen und -Wannen mit Abläufen angebracht. Die Abluft wird an der Decke abgesogen, durchstreicht eine Berieselungsanlage, wo Ammoniakdämpfe gebunden werden, und tritt auf der Limmatseite wieder ins Freie aus. Stellen, an denen besondere Freon- und Ammoniakentwicklung zu erwarten ist, wie Gruben und Oelfilter, sind mit besonderen Leitungen an die Abluft angeschlossen. Im Hochspannungsraum ist eine eigene Lüftung eingebaut, die je nach Wärmeentwicklung gesondert reguliert wird und auch dann in Betrieb gesetzt werden kann, wenn die Hauptlüftung stillgelegt wird.

Zur Vermeidung von Vibrationsübertragung auf die umliegenden Gebäude wurden verschiedene Vorsichtsmassnahmen getroffen. In erster Linie wurden die Pumpenaggregate mit Korkzwischenlagen in den Fundamenten isoliert, um die Uebertragung auf Boden und Wandungen des Maschinenraums möglichst einzuschränken; die Trennung wurde auch bei den Maschinenpodesten durchgeführt. Eine Verbindung zwischen den Fundamenten des Kaspar Escher-Hauses und dem Maschinenraum wurde vermieden und auf die ganze Länge zwischen der Wand des Maschinenraumes und den Fundamenten eine Trennschicht aus Isolierplatten eingelegt. Da bei einem der Maschinenlieferanten auf Grund früherer Erfahrungen Bedenken wegen Vibrationsübertragung durch das Grundwasser bestanden, wurde die Unterlage für die Fundamentplatte des Maschinenraums aus Beton erstellt, der satt auf den unmittelbar vorher gereinigten kompakten Moräneboden aufgebracht und eingestampft wurde, sodass praktisch kein Wasser zwischen den Lehm Boden und die Fundamentplatte eindringen kann. Ueberdies wurde der für die Trockenlegung der Baugrube verwendete Pumpschacht, als definitiver Bestandteil des Bauwerkes ausgebaut, sodass es auch in Zukunft möglich sein wird, das Grundwasser bis auf Fundamenttiefe abzusaugen, sei es für Versuchszwecke oder dauernd.

Beim Innenausbau wurde versucht, mit möglichst einfachen Mitteln eine ruhige und helle Stimmung zu erzielen, und den beengenden Eindruck des fensterlosen, tief unter Boden liegenden Raumes zum Verschwinden zu bringen. Zu diesem

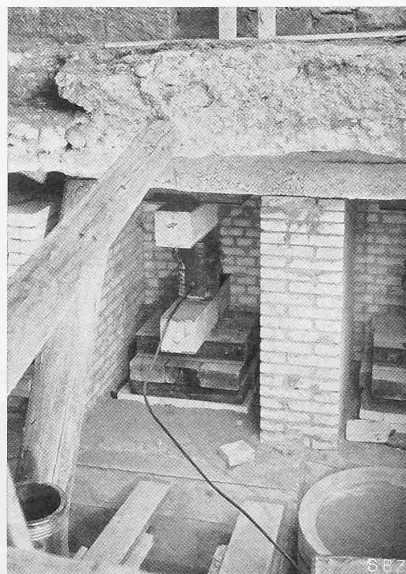


Abb. 8. Anordnung der hydraulischen Pressen in den Mauernischen

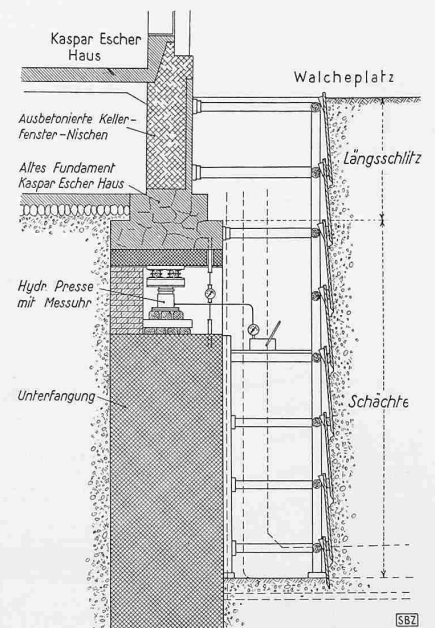


Abb. 7. Schlitz und Pressnische. — 1:150

Unterfangung der Fundamente des Kaspar Escher-Hauses

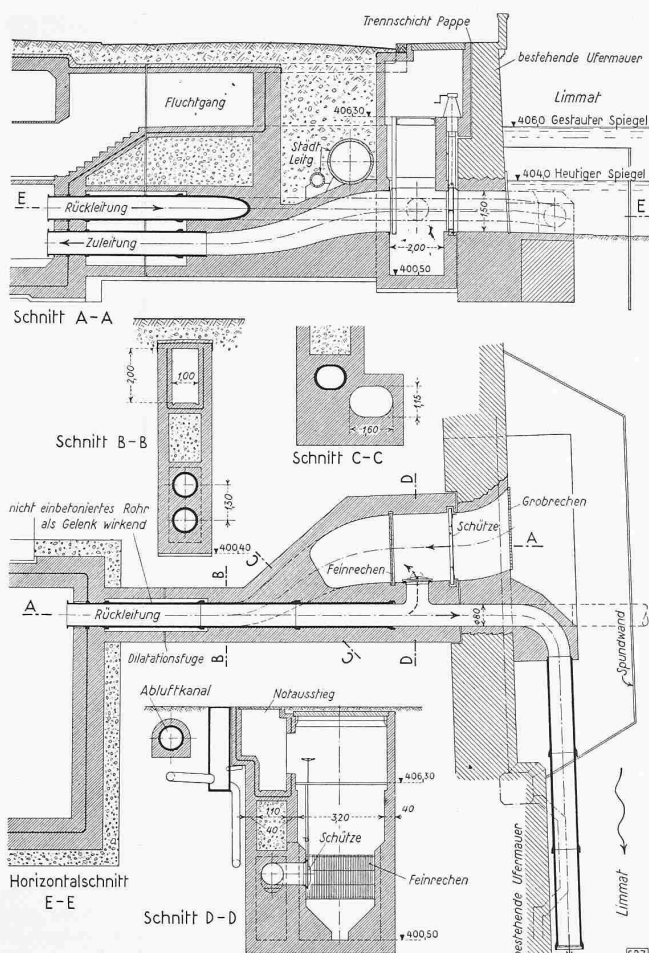


Abb. 2. Schnitte durch das Einlaufbauwerk — Masstab 1:250

Zweck wurde die aus wärmetechnischen Gründen notwendige Isolierdecke tiefer gelegt als die unter der Betondecke befindlichen Rohrleitungen und Belüftungskanäle, sodass nun eine einfache Deckenuntersicht, mit leicht erhöhtem Mittelfeld, die das Raumbild störenden Leitungen umhüllt (Abb. 3 u. 4). Die Isolierdecke wurde mit weissgetünchten Holzfasersplatten, die in regelmässige Felder aufgeteilt sind, erstellt, die Wände bis auf Kran-

bahnhöhe gleich verkleidet. Auf der Kranbahn sind Reflektoren verdeckt angebracht, die die Decke und die über der Kranbahn liegenden Wandstreifen hell anleuchten und leichter erscheinen lassen und zugleich eine indirekte, fast schattenlose Beleuchtung des Raumes gestatten. Durch die gleichmässige Helligkeit werden die Arbeitsbedingungen im Maschinenraum günstig beeinflusst und Einzelbeleuchtungen für Schalttafeln und Anzeigegeräte, die die Augen durch den Helligkeitswechsel ermüden, sind überflüssig. Auch die Arbeit an den Maschinen ist erleichtert, da die Werkzeuge praktisch keinen Schatten werfen. Im Gegensatz zum Maschinenraum ist der Zugang mit unverkleideten, hell leuchtenden Einzellampen erhellt (Abb. 5).

Die Betonwände im Maschinenraum wurden mit Sandstrahl gereinigt und roh gelassen. Der Boden besteht aus rotem Klinker, während die Maschinen und Maschinenpodeste in einem dunkeln, unempfindlichen Grau gehalten sind.

Bauausführung

Die geologischen Verhältnisse waren teilweise von früheren Bauarbeiten her (Walchebrücke, Walchetor-Gebäude) bekannt. Zur Ergänzung der vorhandenen Angaben wurden neun Rammsondierungen, sowie zwei Sondierschächte ausgeführt (Abb. 1). Auf der Sohle eines dieser Schächte wurde eine Bohrung von 120 mm Durchmesser bis unter die Fundamenttiefe des Maschinenraumes vorgetrieben. Die Ueberwachung der Sondierungen und deren geotechnische Auswertung besorgte die Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau der E. T. H. Im allgemeinen deckten sich die tatsächlichen Verhältnisse gut mit den erwarteten, nur wurde der Molassefels, der nach Angaben vom Bau des Schmutzwasserkanals im östlichen Teil des Baues hätte angeschnitten werden sollen, nicht gefunden. Bei einem kleinen Sandsteinvorkommen in der Nordwestecke des Hochspannungsraumes handelt es sich wahrscheinlich um einen grossen Block und nicht um anstehenden Fels. In der Abb. 1 sind die Bodenverhältnisse eingetragen. Unter einer 5÷7 m mächtigen Aufschüttung von verschiedenem Material, die stark von Mauerwerk der früheren Gebäude durchsetzt ist, findet man im östlichen Teil des Platzes eine 1,5 bis 3 m starke Schicht von grobem Geröll und lehmigem Kies und Sand. Es handelt sich um eine Ablagerung des früheren Haldenbaches, der aus der Moräne losgelöste Blöcke von bis 1 m Durchmesser an das damals versumpfte Limmatufer beförderte. Die Steine waren von einem seekreideähnlichen Belag, der Schnecken und Zweischaler enthielt, überzogen; es fanden sich auch Holzreste und der «Vorderarm» eines Rindes. Im westlichen Teil, d. h. gegen die Limmat zu, tritt an Stelle dieser Schicht eine kiesig-sandige Flussablagerung, die nur wenige grössere Blöcke enthielt. Der ganze untere Teil des Baues liegt in der sehr kompakten Grundmoräne des Zürcher Stadiums des Linth-Gletschers. Diese enthält im oberen Teil zahlreiche Blöcke und Geschiebe und geht weiter unten in einen stark lehmigen Schlamm sand mit einem Raumgewicht von 2,28 t/m³ über. Die Oberfläche der Grund-

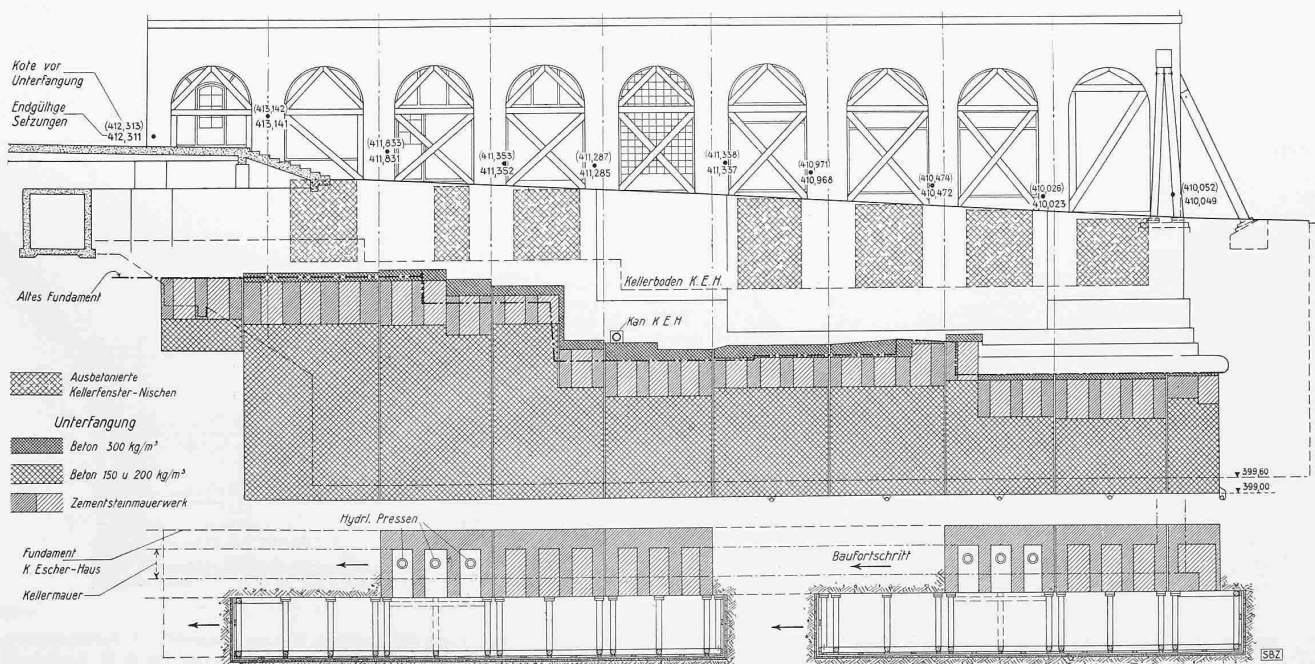


Abb. 6. Unterfangung des Kaspar Escher-Hauses am Walcheplatz. — Längsschnitt und Horizontalchnitt 1:250

moräne steigt hangwärts an; die Moräne selbst ist dicht und enthält nur wenige kleine Linsen eigentlichen Triebssandes.

Zur Abklärung der zu erwartenden Wasserhaltung wurden in den beiden Sondierschächten Pumpversuche ausgeführt. Der Spiegel des ungestörten Grundwassers lag ungefähr auf gleicher Höhe wie der der Limmat. Bei einer Absenkung von etwa 6 m lieferte der Filterbrunnen des Schachtes Nr. I rd. 40 l/min, während der Versuch in Schacht Nr. II bei gleich starker Absenkung rd. 100 l/min ergab. Die Untersuchung des Wassers zeigte, dass kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Limmat und Grundwasser besteht, da Temperatur und Karbonathärte sehr verschieden sind. In der Baugrube zeigten sich grössere Wasseradern nur auf der Oberfläche der Grundmoräne in den der Limmat am nächsten gelegenen Teilen. Der Wasserandrang in die Baugrube für den Maschinenraum betrug weniger als 12 l/s. Nach dem Ziehen der Spundwände für das Einlaufbauwerk bildete sich eine Verbindung zwischen dem Fluss und der Baugrube, sodass die Wassermenge anstieg; durch Zementeinpressungen vor der Ufermauer konnte dieser Wasserandrang jedoch rasch abgesperrt werden. Durch eine Steinpackung ausserhalb der Betonkonstruktion des Maschinenraumes wird das Wasser in ein Drainagesystem abgeleitet, sodass die äussere Wanne des Maschinenraums für das Aufbringen der Isolation vollständig trocken war; der Pumpschacht II ausserhalb der Baugrube wurde endgültig beibehalten. Die Wasserhaltung in den Schächten zur Unterfangung des Kaspar Escher-Hauses und in der Baugrube für die Verlegung des Schmutzwasserkanals erfolgte durch örtliche Pumpen.

Da der Bau aus drei sehr verschieden grossen und ungleich fundierten Teilen besteht, mussten Massnahmen gegen verschiedene starke Setzungen vorgesehen werden. Es wurde soweit als möglich eine vollständige Trennung zwischen den einzelnen Bauteilen durchgeführt und diese nirgends mit schon bestehenden Bauten verbunden. Einlaufbauwerk und Ufermauer sind durch eine durchgehende Fuge getrennt; eine zweite Fuge befindet sich am oberen Ende der Treppe des Verbindungsganges gegen den Maschinenraum. Auf diese Weise liegt die Verbindung der Isolationen des Verbindungsganges und der Treppe fast vollständig oberhalb des Grundwassers und konnte einfacher ausgeführt werden als bei einer Fuge direkt anschliessend an den Maschinenraum. Die Rohrleitungen des Limmatwassers liegen zwischen zwei Glockenmuffen in einem Hohlraum, sodass diese bei ungleichen Setzungen als Gelenke wirken können. Zwischen dem Maschinenraum und den Fundamenten des Kaspar Escher-Hauses wurde eine durchgehende Schicht von Zelltonplatten eingebracht, sodass kein unmittelbarer Zusammenhang besteht zwischen diesen Bauteilen, die sehr verschiedenen grosse Bodenpressungen aufweisen. Die Treppe zum Vorplatz des Hochspannungsraumes wurde als Konsole an den Maschinenraum angehängt und in Verbindung mit diesem isoliert, soweit sie im Grundwasser liegt, sodass eine Fuge im Bereich des Grundwassers vermieden werden konnte.

Das Schwinden des Betons kommt nur beim Maschinenraum in Betracht: die Aussenkonstruktion, die zuerst gebaut wurde, liegt im Grundwasser oder im feuchten Erdboden und hat daher deren Temperatur, die Innenkonstruktion dagegen nimmt Wärme vom Maschinenraum auf und wird nach einiger Zeit vollständig austrocknen. Beim Bau der Innenwanne ohne Trennfugen hätte daher die Gefahr bestanden, dass durch deren stärkeres Schwinden sich an den Stirnwänden Hohlräume zwi-

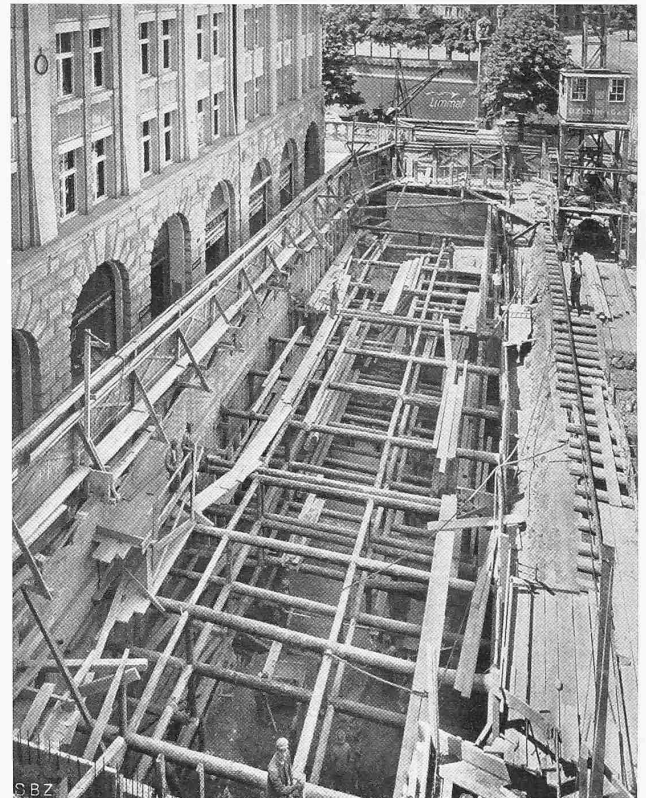


Abb. 13. Die Baugrube während der Ausführung der äusseren Wanne

schen Innen- und Aussenkonstruktion bilden, die der Grundwasserisolation gefährlich werden könnten. Vorsichtshalber wurden beide Wannen durch zwei Trennfugen unterteilt, sodass die drei Teile nun einzeln schwinden können. Bis jetzt haben sich die Fugen um etwa 3 mm geöffnet, sodass sie ihren Zweck zu erfüllen scheinen.

Die Grundwasser-Abdichtung des Maschinenraumes muss einem Wasserdruck von max. 6 m standhalten können und wurde daher ganz besonders sorgfältig ausgeführt. Sie liegt zwischen einer äusseren Wanne und der Innenkonstruktion, die einen allseitig geschlossenen Kasten bildet. Zum Schutz gegen Oberflächenwasser wurde sie auch über die Decke des Maschinenraums durchgehend angebracht. Der Bauvorgang wurde so festgelegt, daß die äussere Wanne während der Ausführung der Abdichtung bis auf Kote 406,00 vollständig frei war und die Isolierung im Bereich des Grundwassers ohne Unterbruch fertiggestellt werden konnte. Im Boden des Maschinenraums wurden zwei Entlastungssützen eingebaut, um beim Versagen der Wasserhaltung einen Druckausgleich zu ermöglichen und damit ein Abheben der Pappen von der Aussenkonstruktion zu vermeiden. Die Dehnungsfugen sind mit Kupferblech über-

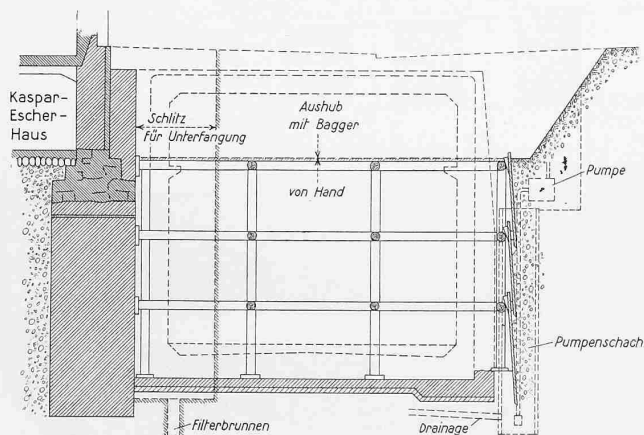


Abb. 9. Aushub und Boden der äusseren Wanne. — Masstab 1:200 —

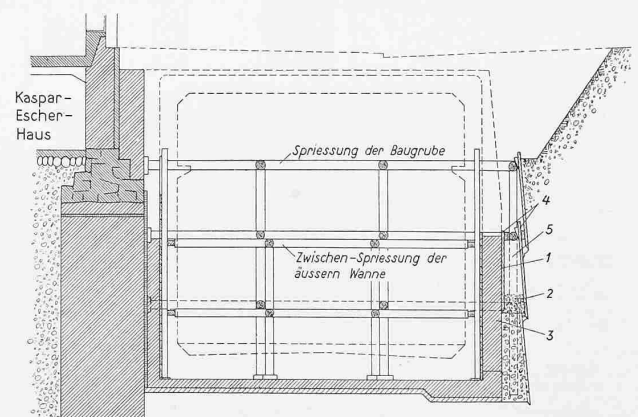


Abb. 10. Ausführung der äusseren Wanne. Legende: 1 Vertikalbretter auf oberer Longarine abgestützt; 2 Geröll-Schüttung zum Festhalten der Bretter; 3 Betonieren bis O. K. Longarine; 4 Ziehen der Marciaanti und vertikalen Schalbretter; 5 Gleichzeitiges Nachfüllen mit Geröll

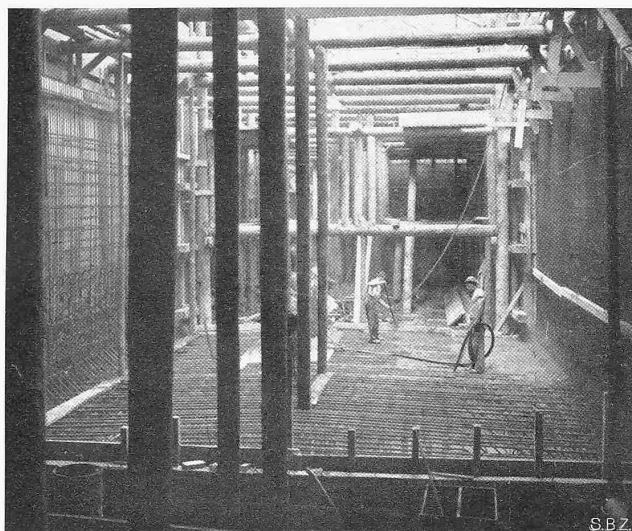


Abb. 14. Betonierung des Bodens der Innenkonstruktion

brückt und die durchgehende Isolierschicht ist durch einen zweiten Blechstreifen gegen ein Auspressen in die Fuge der Innenkonstruktion geschützt. Die Durchführung der Limmatwasserleitungen durch die Wände erfolgte in Gusstücken mit Flanschen und Gegenflanschen zwischen denen die Abdichtung auf 406,50 in drei Schichten, oberhalb dieser Kote in zwei Schichten ausgeführt wurde.

Für die statische Berechnung der armierten Betonkonstruktion des Maschinenraums wurde die Innenkonstruktion als geschlossener Rahmen, belastet durch Erd- und Wasserdruck, Eigengewicht, Ueberschüttung und Verkehrslasten betrachtet. Dazu kommen der Kran, die Fluchtgangkonsole und die Maschinengruppen. Nach dem Aufstau der Limmat auf Kote 406,00 wird der Baugrund durch den Auftrieb der innern Wanne stark entlastet, sodass nur noch eine Bodenpressung von etwa $0,2 \text{ kg/cm}^2$ übrig bleibt. Ursprünglich bestand die Absicht, die äussere Wanne genügend stark auszubilden, um den Erddruck schon während des Baues auf der ganzen Höhe allein aufzunehmen. Zwecks Materialeinsparung wurde dann aber die Baugrube bis auf Kote 406,50 abgehöcht und die Aussenkonstruktion auf dieser Höhe ausgespriesst. Der darüber liegende Teil der äusseren Wände dient nur noch als Schutz der Isolierung und wurde daher dünner ausgeführt und schwach mit Baustahlgewebe armiert.

Da der Maschinenraum direkt vor der Nordfassade des Kaspar-Escher-Hauses liegt, wurde die Unterfangung dieses Gebäudes notwendig, nachdem die Sondierungen gezeigt hatten, dass ein Rammen von Spundwänden nicht in Frage kam. Das neue Fundament des Gebäudes liegt auf Kote 399,00, also 60 cm tiefer als das des Maschinenraums; die Tiefe der Unterfangung ab U.K. bestehendes Fundament stieg von 4,50 m am Neumühlequai bis zu 8 m beim Walchtor-Durchgang an. Anfangs Januar 1943 wurde längs der Fassade des Kaspar-

Escher-Hauses ein Längsschlitz von 3,50 m Breite bis auf die Höhe des untersten Fundamentvorsprungs geöffnet. Dabei zeigte es sich, dass die Pfeilerkonstruktion des Kaspar-Escher-Hauses bis auf die Höhe des Kellerbodens weitergeführt und dazwischen nur ein dünnes Verkleidungsmauerwerk vorhanden war. Es bestand somit die Gefahr, dass während der Unterfangung sich die Pfeiler von den übrigen Fundamenten lösen und getrennt setzen könnten. Um dies zu vermeiden wurden sie auf der ganzen Höhe des Kellergeschosses stark aufgerauht und die Hohlräume mit vibriertem Beton ausgefüllt. Der Eckpfeiler wurde durch hölzerne Streben verstärkt und die Schaufenster-Oeffnungen so gut als möglich ausgesteift. Vom Grunde des Längsschlitzes aus wurden nun immer gleichzeitig zwei Schächte vor der Fassade bis auf die Kote 400,00 abgeteuft. Diese Arbeit wurde an der Nordwestecke des Kaspar-Escher-Hauses und bei der Einfahrt in diesen Bau begonnen (Abb. 6), wobei die Schächte jeweils von Pfeilermitte zu Pfeilermitte reichten. Da diese Länge für eine einmalige Unterfangung zu gefährlich schien, nahm man den Aushub unter dem Fundament zuerst nur auf einer Hälfte, d. h. auf etwa 2 m Breite, vor, betonierte das neue Fundament bis etwa 1,20 m unter das alte auf und mauerte darüber zwei Pfeiler mit einer Rückwand in Tunnelsteinen so auf, dass oben nur noch eine Fuge von 5 bis 6 cm frei blieb. Vorher wurde die Untersicht des bestehenden Fundaments, die sehr unregelmässig war, soweit als nötig abgespitzt und mittels einer Schicht aus armiertem Beton ausgeglichen (Abb. 6 bis 8). Die Fuge wurde nach Erhärten des Mauerwerkes provisorisch mit Holz ausgekeilt, ehe die zweite Hälfte der Unterfangung begonnen wurde. In die durch den Aufbau der zuletzt genannten Pfeiler entstandenen Nischen setzte man hydraulische Pressen von je 100 t ein, wodurch unter dem neuen Fundamentblock eine Bodenpressung von rund 3 kg/cm^2 erzielt werden konnte, die ungefähr der maximalen Belastung des Bodens durch das Kaspar-Escher-Haus entspricht. Die Kontrolle der Relativ-Bewegungen zwischen dem bestehenden und dem neuen Fundament, wurde jeweils mittels dreier Messuhren vorgenommen und ergab Werte von 3 bis 5 mm. Der Abstand nahm bei Beginn der Abpressung rasch zu, dann immer weniger und nach 36 bis 48 Stunden blieb er nahezu konstant. Dann wurden die Fugen bei gleichbleibendem Druck der Pressen mit erdfeuchtem Mörtel ausgestemmt, der Druck nach weitem 36 Stunden nach dem Abbinden des Mörtels abgelassen, dann die Pressen entfernt und die Nischen ausgemauert. Die benachbarten Fundamentblöcke wurden jeweils durch einen dicken Filzkarton voneinander getrennt, um gegenseitige Bewegungen während des Abpressens zu erlauben. Diese vorgängige, wenn auch kurzfristige Belastung des Baugrundes ermöglichte es, die Setzungen der Fassade des Kaspar-Escher-Hauses auf ein Minimum zu beschränken und Schäden an diesem Bau vollständig zu vermeiden; die Ergebnisse eines Präzisions-Nivellements vor und nach der Unterfangung sind in Abb. 6 (oben) für jeden Pfeiler eingetragen und erreichten im Maximum 3 mm. Die Setzungen beim Ausbau der hydraulischen Pressen waren klein und überschritten nicht 0,5 mm, während der Rest der Ausführung des Aushubs für die Unterfangung selbst und für den Maschinenraum und vor allem auch der bei wenig durchlässigem Material sehr langsam erfolgenden Nachsetzung zuzuschreiben ist.

Der Bau des Maschinenraums ist in den Abb. 9 bis 14 dargestellt. Die Baugrube wurde bis auf Kote 406,50 abge-

WÄRMEPUMPEN-ERGÄNZUNGSWERK AM WALCHEPLATZ DES FERNHEIZKRAFTWERKS DER E. T. H.

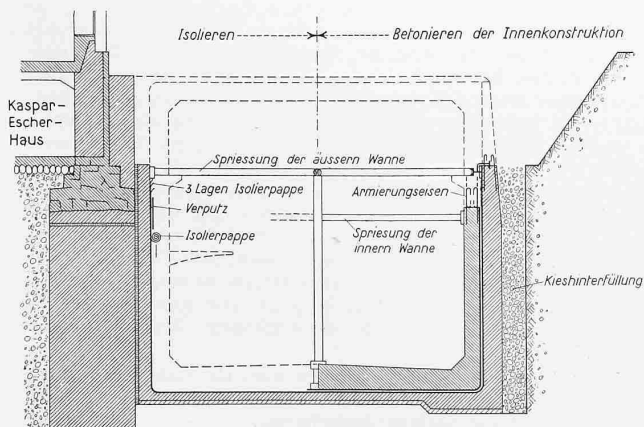


Abb. 11. Ausführung der Isolation (links) u. der Innenkonstr. bis 405,25

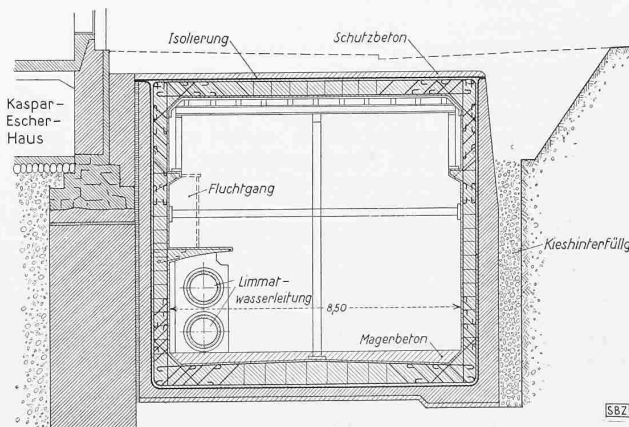


Abb. 12. Fertigstellung der innern Wanne. — 1 : 200



Abb. 2. Ansicht der Haupteingangs-Partie an der Rämistrasse

böscht und so tief als möglich mit dem Bagger ausgehoben; die Betonierungsarbeiten der äusseren Wanne erfolgten von beiden Stirnwänden aus, wobei man die Wände etappenweise, unter gleichzeitigem Umspriessen und Hinterfüllen des Zwischenraums gegen das Erdreich mit Kies, ausführte. Nach Fertigstellung der Aussenkonstruktion bis auf die Höhe der Abböschung der Baugrube und genügendem Erhärten des Betons, konnte die Spriessung mit Ausnahme der obersten Lage entfernt werden, sodass die Wanne für die Ausführung der Isolierung frei lag. Anschliessend wurde die Innenkonstruktion bis unter die Kranbahn aufbetoniert und am oberen Rande ausgespriessst. Nun erfolgte die Fertigstellung der Aussenkonstruktion, deren Isolierung und die Ausführung der inneren Wände und der Decke. Die Schalung für diese wurde auf die Kranbahn und eine Reihe von Pfosten in der Mitte des Maschinenraumes abgestützt, sodass im Innern des Maschinenraumes mit der Ausführung der Fluchtgangkonsole und der Maschinenfundamente begonnen werden konnte. Gleichzeitig erfolgte auch die Verlegung eines Teils der Limmatwasser-Leitungen, sodass sofort nach dem Entfernen der Deckenschalung der Platz für die Montage der ersten Maschinengruppe bereit war (Mitte September 1943).

Gleichzeitig mit der Unterfangung des Kaspar-Escher-Hauses erfolgte die Verlegung des Schmutzwasserkanals und der Bau eines begehbaren Leitungskanals längs dem Walchetur-Gebäude. In diesem Kanal ist eine Wasserleitung von 350 mm Durchmesser verlegt, weshalb bei einem allfälligen Rohrleitungsbruch mit einem bedeutenden Wassereintritt gerechnet werden muss. Ein Syphon von grossem Querschnitt verbindet den Leitungskanal mit dem Schmutzwasserkanal um dem Wasser einen Abfluss zu ermöglichen. Im gleichen Leitungskanal wurden auch zahlreiche elektrische Kabel auf Konsolen längs dem Walchetur-Gebäude untergebracht.

Die Arbeiten am Hochspannungsraum wurden durch die bestehende Betonkonstruktion des Walchetur-Durchganges stark erschwert. Dieser Ueberbau musste ganz auf Holz abgefangen werden und seine Fundamente waren zu entfernen. Das Erdreich war stark mit altem Mauerwerk durchsetzt und bestand teilweise aus Auffüllung, sodass der Boden des Hochspannungsraums freitragend erstellt werden musste. Die Unterfangung der bestehenden Tragkonstruktion durch die neuen Säulen und Unterzüge erforderte sehr vorsichtige und sorgfältige Arbeit, aber es gelang, sie ohne irgendwelche Rissbildung in den bestehenden Bauteilen auszuführen. Mit der Montage der Schaltapparate konnte schon Ende August 1943 begonnen werden.

Für den Bau des Einlaufbauwerks wurde zuerst in der Limmat eine eiserne Spundwand gerammt und dann die Ufermauer etappenweise auf etwa 10 m Länge und 2 m Tiefe unterfangen. Es zeigte sich, dass die undurchlässige, kompakte Moräne nur rund 0,50 m unter dem bestehenden Fundament der Mauer lag, sodass die Wasserhaltung keine besonderen Schwierigkeiten bot. Anschliessend folgten der Bau des unteren Teils der Einlaufkammer und das Verlegen der Limmatwasserleitun-

gen, sodass die Zu- und Rückleitungen schon Ende Oktober betriebsbereit waren. Die Schleuderbetonrohre der Rückleitung längs der Ufermauer wurden durch einen Taucher verlegt und durch verzinkte Eisenbügel miteinander verbunden. Anfangs Dezember 1943, noch ehe die Einlaufkammer und der Verbindungsgang fertiggestellt waren, konnten die Limmatwasserleitungen gefüllt und die erste Maschinengruppe versuchsweise in Betrieb genommen werden. Sämtliche Tiefbauarbeiten sind durch die Arbeitsgemeinschaft Ed. Züblin & Cie. A.-G. und A.-G. Conrad Zschokke, Zürich, ausgeführt worden.

Die Turnanlagen für die kantonalen Lehranstalten in Zürich

Arch. Dr. H. FIETZ, G. E. P.,
und Arch. M. E. HAEFELI, G. E. P., Zürich

An der Ecke Rämistrasse-Gloriastrasse ist in den Jahren 1941/42 die stattliche Baugruppe erstellt worden, die der Kantonschule, der Universität und auch den Turn- und Sport-Kursen der E.T.H. dient. Aus diesem letzten Grunde sei sie unserem G. E. P.-Jubiläumsheft einverleibt, obschon sie in einer amtlichen Schriftenreihe¹⁾ bereits eingehend zur Darstellung gelangt ist. Für Einzelheiten sei auf diese verwiesen, der wir die beigelegten Clichés Abb. 4 bis 7 mit

frühd. Erlaubnis der kant. Baudirektion und folgende kurze Erläuterungen entnehmen:

Der zur Verfügung stehende Raum (Abb. 1) nötigte dazu, von den vier verlangten Turnhallen von je 30 × 15 m Nutzfläche je zwei übereinander zu legen. Ein Zwischenbau von halber Geschosshöhe der Hallen (Abb. 5, S. 164) verbindet die beiden Hallenbauten und nimmt ausser dem Haupteingang und dem Treppenhaus auch Garderoben, Brausebäder und weitere Nebenräume auf; im dritten Obergeschoss beherbergt er u. a. die Abwartwohnung. Das gegen Norden ansteigende Gelände führte, wie aus dem Längsschnitt ersichtlich, zu einer Versetzung der Hallenböden um eine Geschosshöhe des Verbindungsbaues, sodass die Zugänge bestens ausgeglichen sind. Die Turnhalle A hat auch für besondere Anlässe der Kantonschule zu dienen, wobei im anstossenden Schwingraum (Abb. 9) bei Bedarf eine Bühne eingebaut werden kann; sie erhielt deshalb 7,2 m lichte Höhe, gegenüber 6 m der Hallen B, C und D (Abb. 8). Die Zweckbestimmung der einzelnen Räume ist den Grundrissen abzulesen.

Als Besonderheit sei auf die Garderoben aufmerksam gemacht. Nach eingehenden Studien wurde die Aufbewahrung der Turnkleider von den Umkleideräumen vollständig getrennt. Eine von der Eingangshalle unmittelbar zugängliche Zentralgarderobe umfasst Metallschränke mit 2135 Fächern, die durch weitmäsiges Drahtgeflecht voneinander getrennt sind und so durch eine starke Ventilationsanlage eine gute Durchlüftung sichern. Die Turnkleider können bei Benützung ausserhalb der Turnanlage ohne deren Betreten abgeholt und wieder versorgt werden; auch die stundenplantechnische Zuteilung der einzelnen Hallen ist von den Umkleide-Garderoben unabhängig. Jede Halle besitzt ihren eigenen Umkleideraum (mit Schränken zur Aufbewahrung der Wertsachen), der zwecks Querlüftung die volle Gebäudetiefe des Verbindungsbaues einnimmt und gegen das zentrale Treppenhaus durch einen Glasabschluss abgetrennt ist (vgl. «Garderobe» in den Grundrissen und Abb. 10). Zwischen den Umkleideräumen und den Hallen bestehen interne Verbindungen, bei den Hallen A und D über interne Treppen, sodass die Haupttreppe im Turnanzug nicht benützt werden muss. Von den Umkleideräumen aus sind die vier Duschenträume mit je 25 einzeln bedienbaren Brausen und einer Fusswaschanlage zugänglich. Je zwei Brausebäder eines Geschosses sind durch eine Türe verbunden, können somit je nach Bedarf von einer Seite aus gemeinsam benützt werden. Die Duschenanlagen grenzen nicht unmittelbar an die Umkleide-Garderoben, es sind vielmehr besondere Abtröcknungs-räume schleusenartig zwischengeschaltet, damit möglichst wenig Feuchtigkeit in die Garderoben gelangt. Die ganze neuartige Garderobenanlage hat sich in zweijährigem Betrieb bestens bewährt.

Ueber die Freiluftanlagen hinter dem Gebäude bis an die bis zur verlegten Gloriastrasse verlängerte Freiestrasse gibt der Lageplan Abb. 1 die nötigen Aufschlüsse.

¹⁾ Bauwesen u. Denkmalpflege des Kantons Zürich, III. Reihe, Heft 1.

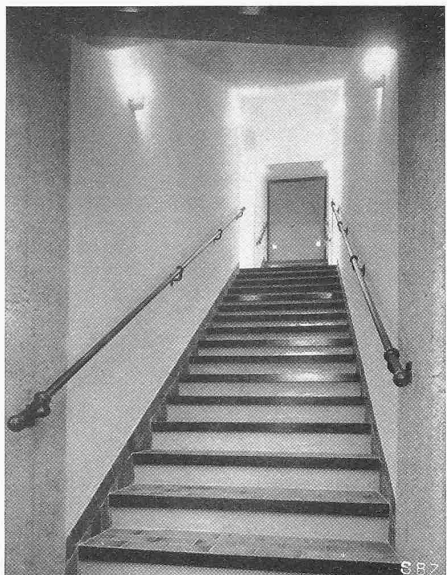


Abb. 5. Zugangstreppe zum Maschinensaal

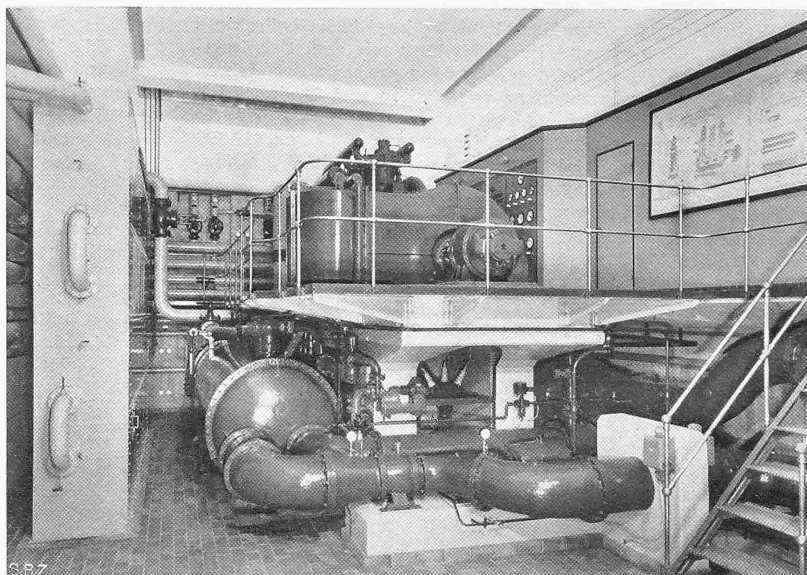


Abb. 4. Kolbenkompressor-Gruppe von Gebr. Sulzer, Winterthur

von Phenoplasten (Kunstharzen) haben ergeben, dass diese im Hochfrequenzfeld rascher, gleichmässiger, vollständiger, genauer regulierbar und ohne Zerstörung der organischen Harzträger oder Bindemittel vor sich geht. Mit Hilfe von Veresterungen und Verätherungen der Cellulosehydroxylgruppen konnten die dielektrischen Verluste geschichteter Presstoffe (Hartpapierplatten und -Rollen) wesentlich herabgedrückt werden. Verschiedene Giessharze wurden auf Giessbarkeits-Zusätze, Dielektrizitätskonstante, Härtung und Wasserbeständigkeit untersucht. Die Haftfestigkeit von Schmierfilmen auf Metallen ist bedingt durch den Oberflächenzustand der Metalle und die Zusammensetzung der Schmiermittel. Vorerst wurde in diesem Zusammenhang der Einfluss verschiedener Mineralöle in den für die Metallbearbeitung gebrauchten Emulsionen untersucht. Die Oxydation von Mineralschmierölen ist als von Temperatur und Druck abhängig erkannt worden; dabei entstehen verschiedene Oxydationsprodukte. Die vom Institut entwickelten Bremsbeläge kommen auch auf heissen Bremstrommeln mit normalem Reibungskoeffizienten zur Wirkung. Dank einem Verfahren der CIBA können heute die Ausgangsstoffe der Beläge nach dem Holzländerverfahren aufbereitet werden.

Weitere Studien betreffen die Bindemittel für geblasene Giesserei-Sandkerne. Umfangreiche Arbeiten über Feuchtigkeitsaufnahme bzw. -Abgabe, mechanische Festigkeit und Dehnung natürlicher und künstlicher Fasern liessen eine lineare Abhängigkeit von Feuchtigkeitsaufnahme und Längenänderung erreichen, die ihrerseits eine neuartige Bauweise genauer Feuchtigkeitsmesser erlaubt. Die Korrosionsversuche an Flusstahlrohren im Lehm Boden wurden abgeschlossen. Dabei zeigten sich die Belüftungsverhältnisse an der Rohroberfläche viel wichtiger als die Bodenzusammensetzung oder das Vorhandensein vagabundierender Ströme. Zur Bestimmung der Zugfestigkeit formgepresster Werkstücke aus härtbarem Kunststoff ist in Zusammenarbeit mit Presstoffwerken ein brauchbarer Probestab entwickelt worden. Für die bei der Fernsehprojektion erforderliche Eidophorflüssigkeit sind von der Sektion Sonderpräparate entwickelt worden.

Die Sektion für Röhrenbau führte langwierige Versuche nach Mineralölfractionen durch, die unter Hochvakuum entgast und unter der Einwirkung des Elektronenbombardements nicht polymerisieren und die für die Eidophorflüssigkeit erforderlichen Leitfähigkeits- und Viskositäts-Werte besitzen. Schliesslich wurden solche quaternären Systeme als brauchbar erkannt; trotzdem wird weiter auch nach geeigneten Ölen gesucht, die nicht auf der Basis von Mineralöldestillaten beruhen. Die Verfahren zur Entfärbung von Oeldestillaten nach dem Adsorptions- und nach dem selektiven Lösungs-Verfahren, sowie für das Ausfiltern der Wachsbestandteile von Ölen wurden weiterentwickelt. Zum Gebrauch im Grossprojektor wurde ein Kathodenstrahlrohr zusammengesetzt, geprüft und eingebaut. Die Versuche ergaben die Wünschbarkeit weiterer Feinheit des Kathodenstrahls, wofür viele weitere Versuche und Rechnungen

notwendig wurden. Zur Messung der Anfangsgeschwindigkeit von Artilleriegeschossen werden Geräte mit hochempfindlichen Photozellen entwickelt. Schliesslich waren auch die vakuumtechnischen Arbeiten am Grossprojektor von Erfolg gekrönt, indem dabei Hochvakuum pumpen mit höchsten Endvakua und Pumpleistungen erreicht wurden. Nach dem Zusammenbau des Vakuumteiles im Grossprojektor wurde dort ein Enddruck von 1.10—6 mm Hg gemessen.

Die Sektion für Elektroakustik und Schaltungstechnik Niederfrequenz beschäftigte sich ebenfalls mit verschiedenen Arbeiten am Fernsehgrossprojektor, dessen gesamte Apparatur am 11. Aug. 1943 zum ersten Male in Betrieb genommen werden konnte, was sogleich Anlass zu weiteren Verbesserungsarbeiten bot. Der Bericht enthält darüber für besonders Interessierte nähere Hinweise. Die weitere Tätigkeit bezog sich auf Geräte für die präzise Messung von Geschossgeschwindigkeiten und -Flugzeiten für unsere Armee.

Die Sektion für Schaltungstechnik Hochfrequenz konnte alle für die Vielfachtelephonie auf Ultrakurzwellen in Betracht kommenden Teile bei einem Uebertragungsversuch zwischen Uetliberg und Chasseral aufstellen und durchmessen. Die Ergebnisse waren recht befriedigende, sodass die nächste Aufgabe, die Herstellung einer durchkonstruierten Gesamtapparatur an die Industrie übergeben werden konnte. Die Ueberzeugung, dass sich die Technik der Dezimeterwellen einmal zu einer präzisen, für besondere Zwecke nützlichen Technik entwickle, ist durch Erfahrungen bestärkt worden, obwohl noch erhebliche Schwierigkeiten auf dem Gebiete der Röhren zu überwinden sind, denen daher weiterhin alle Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Dass ein solches Forschungsinstitut nicht ohne eine eigene Stelle für Patentbearbeitung auskommen kann, wird durch deren «Umsatz» bewiesen. In dem Berichtsjahr wurden 11 Patente in der Schweiz und 17 im Ausland angemeldet und zum Teil erwirkt. Die detaillierte Aufstellung aller bisher angemeldeten oder erteilten Patente mit Datum und Nummern, sowie Stichwort und Hauptinhalt zählt bereits 32 Schweizer- und 85 Auslands-Patente.

Und schliesslich darf auch noch die sechste Sektion für Betrieb genannt werden, deren Aufgabe in der Bereitstellung der Materialien und Herstellung der vielgestaltigen Apparaturen und Messgeräte besteht, die im Entwicklungsstadium innerhalb «dichter» Wände bleiben müssen.

*

Die E. T. H. und die G. T. P. haben mit diesen Instituten Forschungszentren geschaffen, die den guten Ruf unserer Hochschule weiterhin mehren, nach dem Kriege einen starken Zustrom ausländischer Studenten erwarten lassen und vor allem auch unserer Industrie den zukünftigen Konkurrenzkampf auf dem Weltmarkt aussichtsreicher gestalten helfen. A. E.