

Die Ausbesserung des durch Gipsquellen zerstörten Wasserstollens des Opponitzer Ybbskraftwerkes der Stadt Wien

Autor(en): **Bodenseher, Ed.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89/90 (1927)**

Heft 18

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-41795>

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.

INHALT: Die Ausbesserung des durch Gipsquellen zerstörten Wasserstollens des Opponitzer Ybbskraftwerkes der Stadt Wien. — Zwei Landhausbauten am Zürichsee (mit Tafeln 16 und 17). — Zur Zerstörung der Rheinbrücke bei Tavanasa. — Ammoniak-Kompressoren grosser Leistung. — † Franz Vital Lusser. — Mitteilungen: III. Assemblée générale de la Section Internationale d'Hydrologie Scientifique, Praha

1927. Hochspannungskabel für 132 kV. Schweizerische Aluminium-Industrie. Zur Entwicklung der Zivil-Aviatic. Anwendung der elektrischen Schweissung im Brückenbau. — Wettbewerbe: Gemeindehaus Amriswil. Kantonalbankgebäude in Arbon. Schulhaus in Zollikofen bei Bern. — Korrespondenz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer. I.- u. A.-V. Zürcher I.- u. A.-V. Basler I.- u. A.-V. S. T. S.

Band 90.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 18

Die Ausbesserung des durch Gipsquellen zerstörten Wasserstollens des Opponitzer Ybbskraftwerkes der Stadt Wien.

Von Ing. ED. BODENSEHER, Wien.

In den Jahren 1922 bis 1925 wurde von der Stadt Wien im Tale der Ybbs, einem Nebenfluss der Donau, das Opponitzer Werk gebaut. Es besitzt einen 11,4 km langen Oberwasserkanal mit einem Sohlengefälle von 0,85 ‰. Bei 115 m Nutzgefälle und 10 m³/sek grösster Betriebswassermenge beträgt die Ausbauleistung des Kraftwerkes rund 15 000 PS. Im Zuge des Oberwasserkanals wurde im sogenannten Hinterleithenstollen das Haselgebirge angeschlagen, das schon von den Erbauern der Alpentunnel gefürchtet war, da es fast immer Gipschichten enthält. Der Hinterleithenstollen liegt zwischen zwei mächtig tief eingeschnittenen Grabenfurchen, die beide durch den Oberwasserkanal auf Talbrücken übersetzt werden.

Obschon die vor Ausführung des Tunnels aufgestellten geologischen Gutachten sich auch über diesen Teil des Stollens günstig aussprachen, wurden folgende geologische Schichten vom Richtstollen durchfahren:

Zuerst eine wasserführende Rohwacke; bei Stollenmeter 195 wurde eine sehr schwach sulphathaltige Quelle angeschlagen, die einen Schlammereinbruch verursachte, der über Tags einen Trichter erzeugte und den Stollen in einer Länge von 33 m anfüllte. Auf die Rohwacke folgten zwei

Die Bauleitung war sich von Anbeginn klar, dass es sich hier um eine ausserordentlich schwierige Arbeit handelte. Da bei Baubeginn der Elektrozement in Oesterreich noch nicht bekannt war, wurde das aus Abbildung 1 hervorgehende Profil gewählt. Es wurde versucht, die herkömmlichen Gipswässer vom eigentlichen Mauerwerk abzuhalten. Zu diesem Zweck wurde um den ganzen Stollen eine Steinpackung gelegt, um das Bergwasser in den Sohlenkanal abzuleiten. Durch Klinker, die in Teermörtel vermauert waren, wurde diese Steinpackung vom eigentlichen Betonmauerwerk isoliert. Das Mauerwerk bestand in den Strassen und in der Kalotte aus Betonformsteinen 1 : 2 : 2, in der Sohle aus einem Beton 1 : 4. In der Mitte unter der Sohle wurde ein Steinzeugrohr vom 25 cm l. W. verlegt, dessen Muffen unten mit Teerstricken gedichtet waren, während sie oben offen blieben, um das aus der Kiesbettung kommende Wasser aufzunehmen. Die Arbeiten wurden mit grösster Sorgfalt durchgeführt und die Drainageleitung mittels Schächten solange wie möglich offen gelassen.

In der Anhydritstrecke kam die auf Abbildung 2 angegebene Mauerung zur Ausführung. Hier ist nur der oberste Teil der Kalotte mit Formsteinen gemauert. Das vollständig trockene Anhydritgebirge wurde zuerst mit Teer gestrichen und in der Drainageleitung die Muffen sorgfältig mit Teerstricken gedichtet. Ferner wurde durch Herdmauern quer zur Tunnelaxe bei Beginn und am Ende der Anhydritstrecke das Eindringen von Wasser längs der Tunnelmauerung in den Anhydrit verhindert. Erwähnt sei noch, dass während des ganzen Vortriebs im Hinterleithenstollen niemals ein aktiver Sohlengedärgesdruck beobachtet werden konnte. Dadurch rechtfertigt sich die verhältnismässig flache Sohle des Stollenprofils.

Zum Schluss der Bauarbeiten wurde der schon mehrfach erwähnte Sohlenkanal nochmals gründlich gereinigt und durchgespült, und darauf

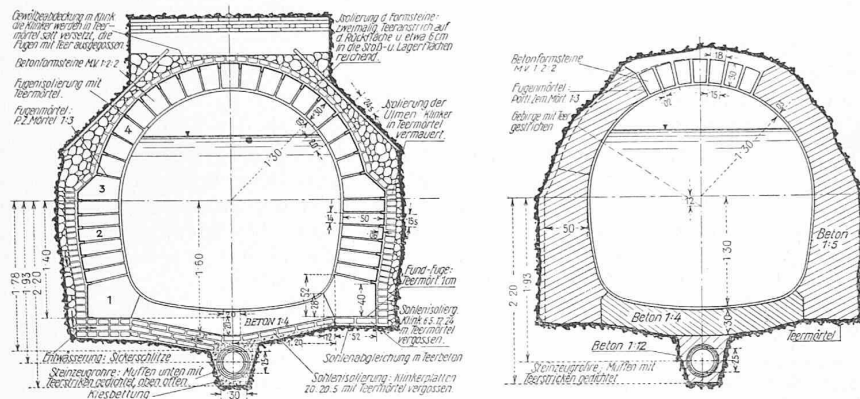


Abb. 1 und 2. Stollenmauerung in den Gipsstrecken (links) und in der Anhydritstrecke. — 1 : 80.

Gipsstrecken von 125 und 102 m Länge, dann wieder nasse mit Gips gemischte Rohwackeschichten von 45 und 65 m Länge und schliesslich in der Mitte des Stollens eine ununterbrochene, 277 m lange Anhydritstrecke, die nur an den beiden Anschlussstrecken nass, sonst aber vollständig trocken war.

In den Gipsstrecken wurden im ganzen fünf Quellen in zwei Gruppen angefahren, und zwar Gruppe I mit drei Quellen in Stollenmeter 290, 356 und 385, Gruppe II mit zwei Quellen in Stollenmeter 689 und 710. Die chemische Untersuchung dieser Bergwässer ergab einen Gehalt von 1,1 bis 1,4 ‰ von an Ca gebundener SO₄, während für die in der Rohwacke aufgeschlossene Quelle dieser Säuregehalt nur 0,057 ‰ betrug. Zum Vergleich sei angeführt, dass das Wiener Hochquellenwasser einen SO₄-Gehalt von 0,003 ‰ aufweist. Demgegenüber hat also das Wasser der Gipsquellen (I und II) eine 467-fache, die Rohwacke-Quelle nur eine 19-fache Anreicherung an SO₄.

die 18 erwähnten Schächte mit Eisenbetondeckeln verschlossen. Anfangs Dezember 1924 wurde das Betriebswasser zum ersten Mal durch den Stollen geleitet.

Bei einer ersten Besichtigung im März 1925 zeigte sich der Stollen, dessen Verputz mit der allergrössten Sorgfalt ausgeführt worden war, vollständig in gutem Zustand. Bei einer zweiten Besichtigung im September 1925 wurden die ersten Risse und Sprünge beobachtet, die bis zu einer weitem Besichtigung Mitte Oktober rasch zunahmen und Ende November einen bedenklichen Umfang angenommen hatten. Die Abbildung 3 auf Seite 228 zeigt das Bild der damals festgestellten Risse.

Es wurde nun in erster Linie die Drainageleitung geöffnet und hierbei die Wahrnehmung gemacht, dass einzelne Putzwerkzeuge darin stecken geblieben waren, sodass sie nicht ihrem Zweck entsprechend wirken konnte.

Der Verfasser dieses Artikels wurde gemeinsam mit Ing. H. E. Gruner aus Basel und unter Zuziehung des

Chemikers Dr. Müller beauftragt, den Stollen gründlich zu untersuchen und seine Rekonstruktion durchzuführen. Zu diesem Zwecke in grosser Zahl vorgenommene Betonproben bestätigten die schon durch Augenschein gewonnene Ueberzeugung, dass der Beton durch Gips zerstört worden war.

Ganz abgesehen von den chemischen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass alle aus Formsteinen bestehenden Teile weniger angegriffen waren, als der an Ort und Stelle hergestellte Stampf-Beton. Der Beton war z. T. statt von Mörtel, nur mehr von einer amorphen Gipsmasse zusammengehalten. Der sehr gut ausgeführte dichte Verputz hat dem Angriff des Gipswassers widerstanden, er ist nur durch das Quellen der darunter liegenden Betonschichten zerstört und zerrissen worden. Die Risse, die auf den ersten Anblick als Spannungsrisse angesprochen wurden, zeigten sich überall als die Wirkung der Quellung des Beton. Am stärksten war die Zersetzung im Bereich der verschiedenen gipsführenden Quellen.

Die Rekonstruktion des Stollens wurde nach zwei Richtungen durchgeführt:

1. Es wurde zunächst für eine sichere und vollständige Abführung der Gipswässer gesorgt. Im vorliegenden Falle war dies möglich, da durch verhältnismässig kurze, nach dem Tale mündende Drainagestollen, die Gipsquellen erreicht werden konnten (siehe Abbildung 4). Diese Drainageleitungen führen unter den Wasserstollen, wie aus den Abbildungen 5 und 6 hervorgeht; die Abbildung 7 zeigt den Querschnitt der Drainageleitung. Bei einem Minimalausbruchprofil wurden die Stollen in Betonformsteinen mit prima Portlandzement 300 kg/m³ ausgemauert, und für den Mörtel gelangte Elektrozetement zur Verwendung.

2. Darauf erfolgte die Ausbesserung bzw. Wiederherstellung des zerstörten Stollens unter Benützung von Elektrozetement, der aus der Schweiz bezogen werden konnte. Stellen, wo die Schäden im Verputz nur klein waren, wurden herausgespitzt und mit Elektrozetement-Mörtel geflickt. Dort, wo die Schäden grösser waren, kam eine Gunitröhre von 2,45 m Durchmesser und 75 mm Wandstärke zur Ausführung. Das betreffende neue Profil geht aus Abbildung 6 hervor. Die Armierung besteht aus Rundeisen von 12 bis 14 mm in Abständen von 6 cm, sowie in der Längsrichtung aus acht Stäben von 8 mm, an denen die Spiralen angehängt werden konnten; das Eisengewicht pro laufenden Meter Stollen beträgt rund 230 bis 250 kg. Zuerst wurde die Sohle mit den Hohlkehlen samt der Eisenarmierung mit einer Dosierung von 350 kg/m³ Elektrozetement betonierte und erst von den Strossen an gunitiert. Man entschloss sich für eine ganze Röhre, weil man befürchtete, dass auf dem kranken Beton ein Verputz, sogar aus Elektrozetement, nicht mehr haften könne. Es wurden zwei solche Gunitröhren eingezogen, die eine von 35 m, die andere von 140 m Länge.

Durch langgezogene Uebergangsprofile wurde versucht, die durch die Verengung der Tunnelröhre verursachten Gefällsverluste auf ein Minimum zu beschränken.

Mitte April 1926, also nach ungefähr viermonatlicher Unterbrechung, konnte der Betrieb wieder aufgenommen werden. Seitdem ist der Stollen verschiedentlich besichtigt worden. Bei der ersten Besichtigung zeigte sich, dass sich die beiden Gunitröhren tadellos gehalten hatten, dass aber inzwischen noch einige neue Risse in den Hohlkehlen aufgetreten waren. Diese Risse, deren Ursache mehr statischer Natur zu sein scheint, wurden ebenfalls mit Elektrozetement gefüllt. Bei einer zweiten Besichtigung, die im Februar 1927 vorgenommen wurde, zeigte sich ein völlig unveränderter günstiger Bauzustand, sowohl der Gunitröhre, als

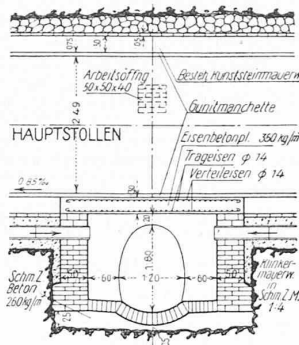


Abb. 5 und 6. Querschnitt und Längsschnitt der Stollenunterführung. — Masstab 1 : 125.

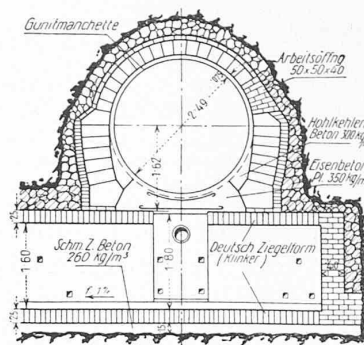


Abb. 7. Normalprofil des Entwässerungs-Stollens. — 1 : 125.

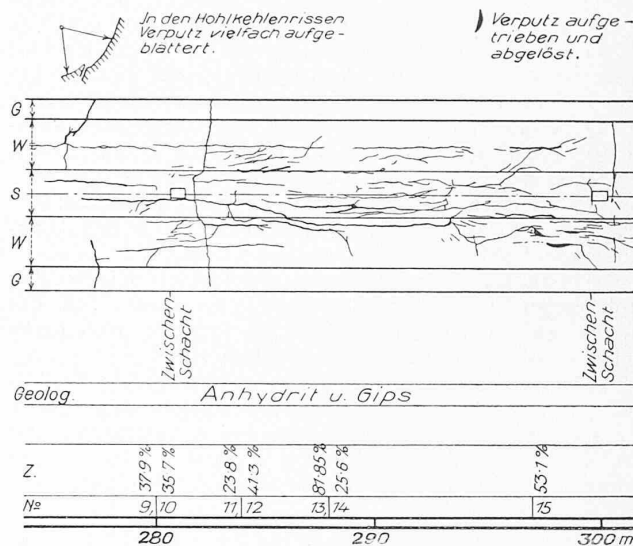


Abb. 3. Ausschnitt an dem Risseplan. — Masstab 1 : 300.
G Gewölbe, W Widerlager, S Scheitel, Z festgestellte Zerstörung des Beton, darunter Nr. der am 6. Dez. 1925 entnommenen Proben.

auch der plombierten Risse. Auch der Verputz der Sickerstollen-Sohle, der mit Elektrozetement hergestellt war und auf dem die stark gipshaltigen Bergwasser abfliessen, war vollständig intakt. Dadurch ist die Säurebeständigkeit des Elektrozetements auf Gipswasser bewiesen, und es wird dessen Anwendung die Schwierigkeiten von Bauten in Gips auf jeden Fall wesentlich vermindern.

Die Einengung des Profils wurde auch in hydraulischer Hinsicht untersucht. Bei der Begehung konnte die Gestaltung des Wasserspiegels an Hand der Zeichnung der stehenden Wellen an den Stollenwänden festgestellt werden. Als Grundlage für die Berechnungen wurde der an Hand von ausgeführten Flügelmessungen festgestellte Raubigkeitskoeffizient von $n = 0,01175$ nach Ganguillet und Kutter genommen.

Vor allem wurde festgestellt, dass weder im alten Stollen, noch in der Gunitröhre die Grenzstromtiefe erreicht wird, dass also kein schiessender Wasserabfluss stattfindet. Daher erfolgte die Staubrechnung stromaufwärts beginnend mit der normalen Stollenfülltiefe von 2 m. Es ist klar, dass der Wasserspiegel in den Röhren tiefer stehen muss, als im anschliessenden Stollenteil, da die höhere Geschwindigkeit in den Röhren durch ein Spiegelgefälle erzeugt werden muss. Die grössere Strömungsenergie in den Röhren wird beim Auslauf ins normale Stollenprofil wieder frei, d. h. es entsteht dort ein negatives Spiegelgefälle, der Wasserspiegel steigt an. Wie alle verzögerten Wasserbewegungen ist auch dieses Auslaufen sehr labil, und es war allenfalls zu erwarten, dass die frei werdende Energie durch Wirbelbildungen verzehrt werde. Deshalb wurden die Uebergänge von den Gunitröhren zum Stollen 10 m lang und sehr sorgfältig ausgeführt. Die Uebergänge

AUSBESSERUNG DES DURCH GIPSQUELLEN ZERSTÖRTEN STOLLENS DES OPPONITZER YBBSKRAFTWERKES.

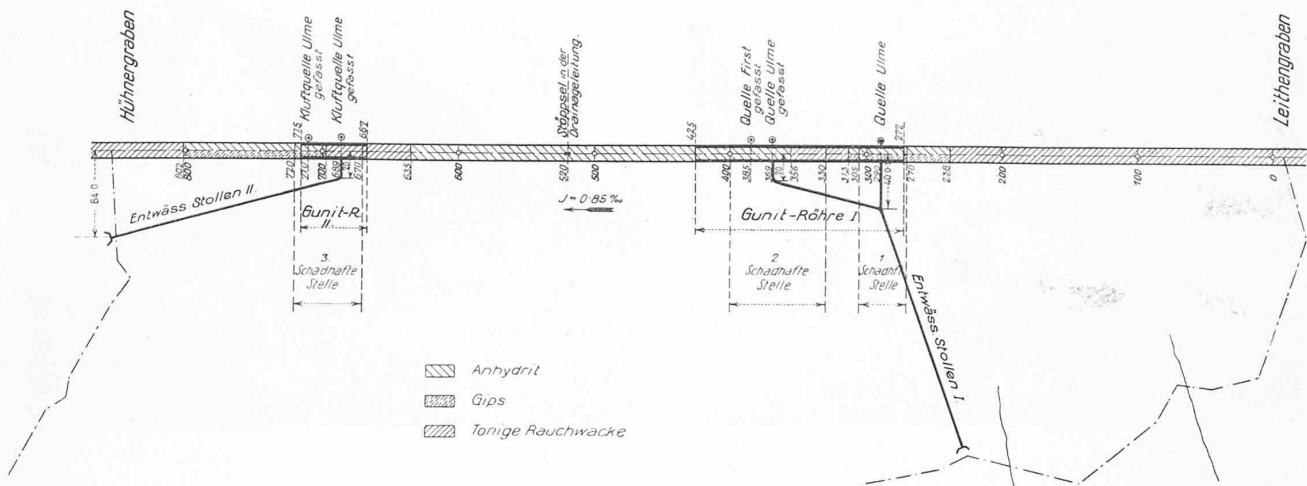


Abb. 4. Lageplan-Skizze des Hinterleithen-Stollens mit Angabe der Gesteinsverhältnisse der durchfahrenen Strecken. — Masstab 1:5000.

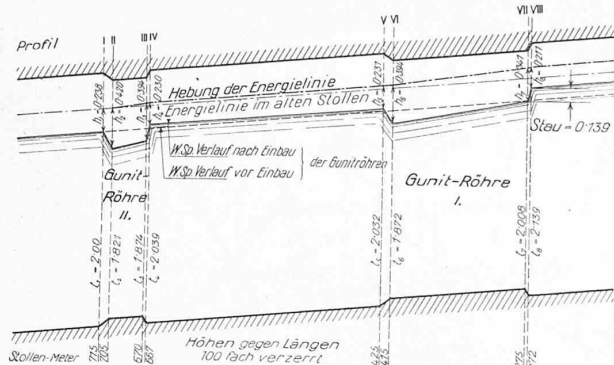


Abb. 8. Wasserspiegelverlauf in den Gunitröhren. Masstab für die Längen 1:7000, für die Höhen 1:70.

leiten die Geschwindigkeit in der Gunitröhre stetig in die des Stollens über. Andererseits wurde die Stauwirkung der beiden Röhren für drei Fälle untersucht, und zwar:

1. Für wirbelfreies Fließen in beiden Uebergängen der Gunitröhren, also für vollkommene Auswirkung der negativen Geschwindigkeitshöhen.
2. Unter der Annahme, dass dieser Energieverlust in den Ausläufen von den Mantelbetten zum Stollen die negativen Wasserspiegel-Unterschiede um 50 % verringert.
3. Unter der Annahme, dass sich der Wasserspiegel in diesen beiden Uebergangstrecken horizontal eingestellt habe.

Für den ersten Fall ist der errechnete Wasserspiegelverlauf aus Abbildung 8 ersichtlich. Die Berechnung erfolgte von Profil I aus bis Profil VIII durch erstmaliges Schätzen der nächsten Stollenfülltiefe, Bestimmung eines mittleren F_m , R_m und v_m und Kontrolle des angenommenen Energielinien-Gefälles mit der Formel von Ganguillet und Kutter.

Die einem bekannten Querschnitt folgende Fülltiefe ist allgemein

$$t_{u+1} = t_u + (J_e - J_s)l + \frac{v_u^2 - v_{u+1}^2}{2g}$$

wobei J_e das Gefälle der Energielinie, J_s das Gefälle der Sohle, l die Länge des untersuchten Abschnittes in m, v die Geschwindigkeit (mittleres Profil) in m/sek und t die Wassertiefe zur alten Stollensohle in m bedeuten.

Wählen wir als Beispiel das Intervall I bis II für den Fall 1. Die Länge ist 10 m. Da die Wassertiefe t_1 im ungestörten Stollen 2 m beträgt, lassen sich aus dem bekannten Profil die Durchflussfläche F_1 , der hydraulische Radius R_1 , die mittlere Profilgeschwindigkeit v_1 , die Geschwindigkeitshöhe $h_1 = \frac{v_1^2}{2g}$ und schliesslich die Höhe der

Energielinie über der Sohle $e_1 = t_1 + h_1$ bestimmen. Die geschätzte Fülltiefe t_2 liefert ebenso ein F_2 , R_2 , v_2 , h_2 , e_2 und ein J_e . Mit den Mittelwerten aus F_1 und F_2 , R_1 und R_2 , v_1 und v_2 wird nun nach Ganguillet und Kutter das J_e bestimmt, mit dem ersten J_e -Wert verglichen und t_2 so geändert, dass nach nochmaliger Durchrechnung die beiden J_e -Werte übereinstimmen. Hat man das richtige t_2 gefunden, so werden daraus auf die selbe Art t_3 usw. bis t_k bestimmt. Auf diese Weise wurde die Stauwirkung der beiden Gunitröhren für die drei oben bezeichneten Fälle bestimmt.

Demnach errechnete sich als Stauhöhe Fall 1: $h_1 = 0,139$ m, Fall 2: $h_2 = 0,203$ m, Fall 3: $h_3 = 0,272$ m.

Im Falle 3 vergrößert sich die Stollenfülltiefe von 2 m auf 2,272 m.

Da nun in andern Stollenabschnitten infolge Fehlens eines feinen Verputzes die Stollenfüllung bei der gleichen Wassermenge ebenso gross, zum Teil noch etwas grösser ist, und der Rückstau der Gunitröhren nicht bis an diese Stelle reicht, war damit erwiesen, dass der Einbau der Gunitröhren auf die Leistungsfähigkeit des Stollens in seinem derzeitigen Zustand keinen Einfluss hat.

Bei der letzten Begehung wurde nun der durch seine Spuren an der Stollenwand künstliche Wasserspiegel vermessen, wobei sich zeigte, dass der Wasserspiegelverlauf sich mit dem nach Fall 1 errechneten fast genau deckte. Bemerkenswert ist noch, beim Beginn der Verengung, das Auftreten von stehenden Wellen, die nur langsam ausklingen.

Zwei Landhausbauten am Zürichsee

von Arch. OTTO HONEGGER, Zürich.

(Hierzu Tafeln 16 und 17.)

Das Landhaus Gen.-Dir. Rob. Naef in Erlenbach, dargestellt auf Tafel 17 und in den Abbildungen auf Seite 231, liegt, wie uns sein Erbauer mitteilt, mit der Hauptfront gegen den See, inmitten unregelmässig angeplanter Obstbäume, 80 m vom See entfernt und mit Oberkante Kellerboden über Höchstwasserstand. Der Untergrund ist lehmig, ungleich und von Wasseradern durchzogen, deshalb waren armierte Betonrippen unter den Mauern notwendig. Die Disposition des Innern ist aus den Grundrissen ersichtlich; die Raumabmessungen mussten auf besonderen Wunsch bescheiden gehalten werden. Speisezimmer, Wohn- und Herrenzimmer besitzen Türen und Lambris in Hartholz; die übrigen Räume sind einfach gehalten, gute Tapeten, Plafonds glatt mit Abschlussprofil und in harmonischen Farben zu Holzwerk und Tapeten abgestimmt.

Die Fassaden sind verputzt, mit Fenstereinfassungen in Kunststein nach Würenloser Muschelkalk gelblich braun.