

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117/118 (1941)
Heft: 24

Artikel: Unterführung der Seestrasse in Zürich-Wollishofen
Autor: Burkhard, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83568>

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>

INHALT: Unterführung der Seestrasse in Zürich-Wollishofen. — Aus dem technischen Schaffen der Schweiz. Lok.- u. Masch.-Fabrik Winterthur. — Vom Tod durch Starkstrom. — Tessiner Bauten. — Bauabstände in Bezug auf den Sonnenstand. — Mitteilungen: Grosswassererzeuger. Das Verograph. Optische Untersuchung der Schaufelschwüngen von Dampfturbinen im Betrieb. Rangierbetrieb. Austauschfolge mit Aluminium

und seinen Legierungen. Elektrische Anemometer. Persönliches. Alte finnische Holzkirchen. Neue Rheinbrücke in Schaffhausen. — Nekrologe: Hans Funk. Hans Sigrist. Heinrich Korrodi. Wettbewerbe: Gestaltung des Ebnet-Areals in Herisau. Platzgestaltung in Kurzdorf-Frauenfeld. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender. — An unsere Abonnenten.

Band 118

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 24

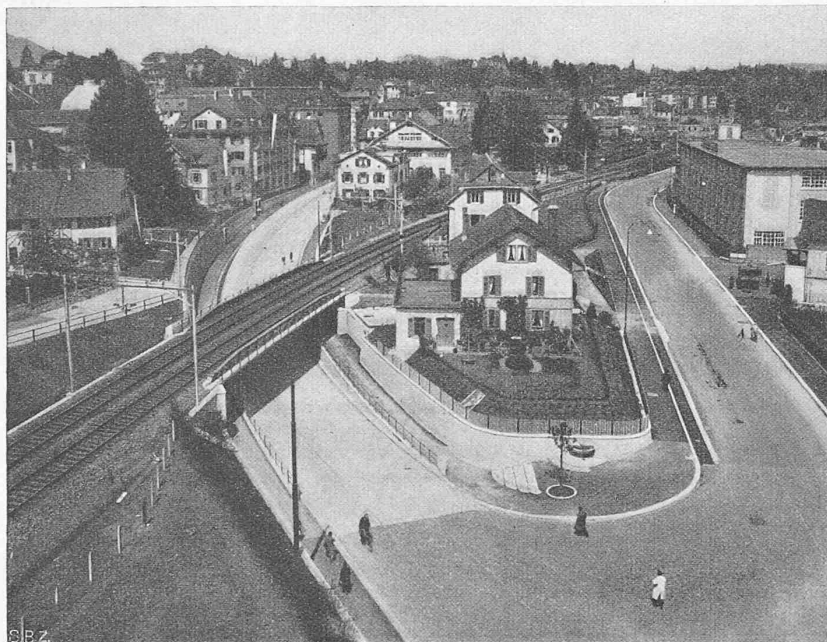


Abb. 1. Gesamtbild aus Süden. — Bewilligt 20. VIII. 1941 lt. BRB 3. X. 1939

Unterführung der Seestrasse in Zürich-Wollishofen

Von Ing. WALTER BURKHARD, Assistent am städt. Tiefbauamt

Mit der Verlegung der linksufrigen Zürichseebahn¹⁾ sind auf Stadtgebiet zwischen Hauptbahnhof und Stadtgrenze Wollishofen die Niveauübergänge mit Ausnahme der Bahnübergänge bei der Widmerstrasse und der Seestrasse beseitigt worden. Jener ist für den Verkehr von untergeordneter Bedeutung, die Seestrasse dagegen ist eine wichtige Ausfallstrasse. Der Bahnübergang bei der Bachstrasse war verkehrstörend, unübersichtlich und deshalb gefährlich. Im Juni 1934 wurde der Mythenquai dem Verkehr übergeben. Es wurde damals angenommen, dass dadurch eine wesentliche Entlastung des Bahnüberganges eintreten werde. Diese Entlastung ist aber nicht erfolgt; der grösste Teil der Fahrzeuge, die von der Albisstrasse her nach der Stadt fuhren, haben den Nachteil der Ueberquerung des Bahnüberganges in Kauf genommen und haben statt der inneren Seestrasse den Mythenquai benützt, da dieser ohne Strassenbahn ist und bis zum Alpenquai keinen Kreuzungsverkehr aufweist. Anlässlich einer Verkehrszählung am 15. August 1929 wurde festgestellt, dass 4166 Fahrzeuge den Bahnübergang überquerten. Am 31. August 1934, also nach Eröffnung des Mythenquai, zählte man während der gleichen Zeitdauer 3831 Fahrzeuge, oder bloss 8% weniger.

Mit der Wahl der Zürichseeufer als Ausstellungsgelände für die Schweizerische Landesausstellung musste während der Dauer des Baues und Betriebes der LA der Mythenquai gesperrt werden. Damit war der gesamte Verkehr auf die Seestrasse angewiesen, und es war in hohem Masse erwünscht, bis zum Zeitpunkt der Ausstellungs-Eröffnung den Niveauübergang bei der Bachstrasse zu beseitigen. Für die Aufhebung dieses Niveauüberganges sind

viele generelle Projekte aufgestellt worden, teils mit Unterführung, teils mit Ueberführung. Im Aug. 1936 hat sich der Stadtrat für das Projekt einer Unterführung auf Höhe des Rumpumpsteiges entschieden und am 18. Aug. 1937 hat der Gemeinderat das Projekt genehmigt und den für die Ausführung erforderlichen Kredit erteilt. Zum Projekt ist folgendes zu sagen (vgl. Abb. 1 bis 3).

Der neue Strassenzug beginnt in der Albisstrasse auf der Höhe der Bachstrasse, verläuft zunächst im Zuge der Zellerstrasse, führt in einem Bogen mit Radius von 200 m auf der Höhe des Rumpumpsteiges unter den Geleisen der Bahn durch und mündet rund 200 m südlicher als bisher in die bestehende äussere Seestrasse ein. Erstellt wurden eine 9,0 m breite Fahrbahn und zwei je 2,5 m breite Gehwege. Die Niveaulinie dieses neuen Strassenzuges (Abb. 3) steigt zunächst von der Albisstrasse auf eine Länge von 19,22 m mit 1,1‰ und geht dann nach einem 85,2 m langen Uebergang mit einem Ausrundungsradius von 1200 m in ein Gefälle von 6‰ über. Der tiefste Punkt der Unterführung liegt auf Kote 404,955, 5,6 m unter Schienenoberkante der SBB. Unter der Bahn liegt eine 48 m lange Ausrundung mit 400 m Radius, seeseits schliesst eine Rampe mit 6‰ Steigung an, die die verlängerte Mythenquastrasse in einem flachen Uebergang mit einem Ausrundungsradius von 1000 m gewinnt. Die Geleise der SBB blieben in ihrer Lage und Höhe unverändert. Das Oberflächenwasser, das sich im tiefsten Punkt der Unterführung ansammelt, wird in ein besonderes Pumpenhaus geführt und von dort in den Hochwasserentlastungskanal im Mythenquai hinaufgepumpt. Die 80 m lange sog. Trogkonstruktion und die beiden Anschlussrampen erhielten einen Betonbelag, die Einmündungen in der Albisstrasse und äusseren Seestrasse sind entsprechend den vorhandenen Belägen gepflastert, die Gehwege erhielten Teer-asphaltbelag und im Gebiete der Trogkonstruktion einen Vabitolbelag.

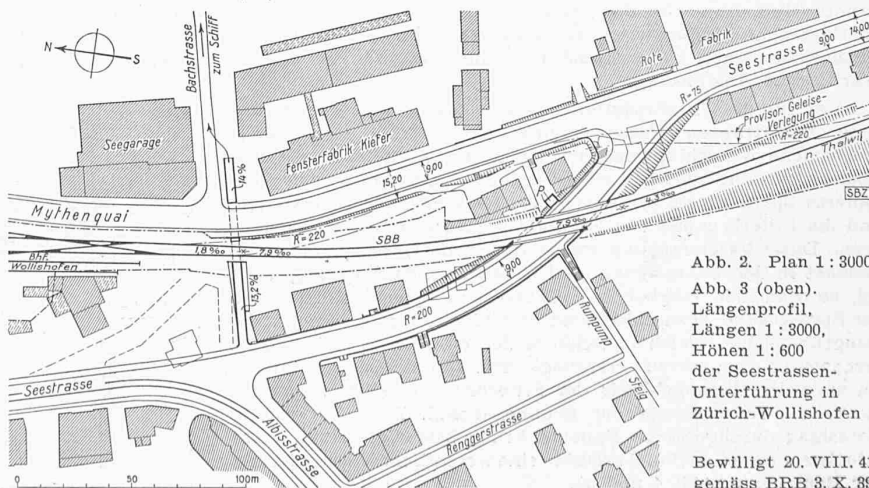
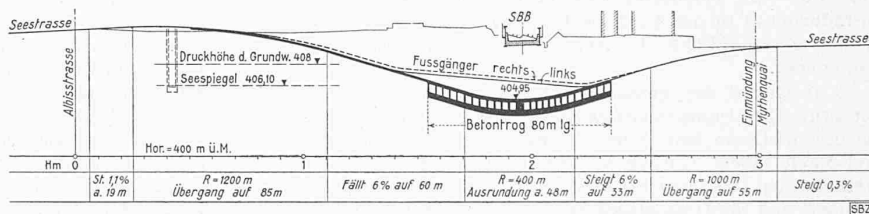


Abb. 2. Plan 1:3000
Abb. 3 (oben).
Längenprofil,
Längen 1:3000,
Höhen 1:600
der Seestras-
senunterführung in
Zürich-Wollishofen

¹⁾ Vergl. deren Beschreibung in Bd. 89, S. 119* (mit farbigem Uebersichtsplan).

Bewilligt 20. VIII. 41,
gemäss BRB 3. X. 39

Zur Erzielung einer möglichst übersichtlichen Leitung des Fahrverkehrs von der Unterführung über den Mythenquai nach der Stadt und gleichzeitig einer flüssigeren Führung des Strassenzuges äussere Seestrasse-Mythenquai wurde der Mythenquai zwischen Einmündung der Unterführung und der Bachstrasse um max. rund 12 m seewärts verschoben. Bei der Einmündung der Unterführung in die äussere Seestrasse liegt die neue Niveaulinie etwa 1,6 m tiefer als die alte Strasse. Dieser Höhenunterschied ist im Mythenquai und der Seestrasse ausgeglichen durch flache Rampen von 1‰ und 3‰. — Im Zuge der Bachstrasse, beginnend auf der Höhe der Albisstrasse führt unter den Geleisen der SBB und dem Mythenquai hindurch noch eine 3,0 m breite Personenunterführung nach der Seeseite des Mythenquai und der dortigen Schifflandestelle.

Das Tracé der SBB kreuzt die zu erstellende Strassenunterführung in einem Winkel von etwa 35° n. T. Zuzufolge dieses sehr spitzen Winkels einerseits, und weit mehr, um den sehr regen Zugverkehr während den Bauarbeiten fahrplanmässig einhalten zu können andererseits, wurde entschieden, die bestehenden Betriebsgeleise provisorisch ausserhalb die eigentliche Baugrube seewärts zu verlegen. Die Umleitung der Doppelspur mit Radien von 220 m von der Bachstrasse durch die alte Seestrasse und Anschluss an das vorhandene Tracé etwa 100 m ausserhalb der Unterführung betrug rd. 300 m. Einzig das Schwachstromkabel der SBB konnte nicht ausserhalb der Baugrube verlegt werden; es wurde auf einer provisorischen Brücke über die Baugrube geführt.

Am 11. Februar 1938 war das Umleitungsgeleise betriebsbereit und stand das für die Unterführung bestimmte Gelände der Unternehmung für die Inangriffnahme der Bauarbeiten zur Verfügung. Der schwierigste Teil der Unterführung bestand in der Erstellung des im Grundwasser liegenden Trogstückes. Für dessen Bau wurde bereits während der Ausschreibung der Unterführung das für die spätere Entwässerung bestimmte Pumpenhaus erstellt, zum Zwecke, die Wasserhaltung für die Trogaufführung durch Vorflut nach diesem Pumpenhaus zu erleichtern und um noch bessere Aufschlüsse über die Bodenbeschaffenheit zu erhalten. Nachdem der Pumpenschacht eine Aushubtiefe von etwa 6 m unter Gelände erreicht hatte, zeigte sich die für Triebssand charakteristische Erscheinung des Grundbruches in der Aushubsohle. Erst der Einbau eines Filterbrunnens ermöglichte die Ausgrabung bis auf die projektierte Sohlenkote.

Auf Grund der gemachten Erfahrungen bei der Schacht-abteufung des Pumpenhauses wurde von der vorgesehenen Fundierungsmethode mit einer offenen Wasserhaltung abgesehen und nach einem Gutachten von Prof. Dr. E. Meyer-Peter die Methode der Grundwasserabsenkung mit mindestens 24 Filterbrunnen und die Umschliessung der Baugrube mit einer eisernen Spundwand gewählt. Den Unternehmungen wurde das vorgenannte Gutachten für die Preiseingabe vorgelegt, ihnen aber überlassen, allfällig andere Vorschläge mit verbindlichen Offerten einzureichen, unter Uebernahme der vollen Garantie für die vorgeschlagene Ausführung.

Der für die Trogfundation von der später mit der Ausführung beauftragten Unternehmung, A.-G. Heinr. Hatt-Haller, empfohlene Vorschlag bestand darin, an Stelle der eisernen Spundwand eine zwischen eingerammten Eisenbahnschienen betonierte Spriesswand zur Sicherung der Erdwände zu erstellen, und die Filterbrunnen von 24 Stück auf 12 Brunnen zu vermindern. Diese Vereinfachung wurde durch die Unternehmung begründet in der Ueberlegung und Erfahrung, dass es angezeigt sei, so weit wie möglich den Grundwasserspiegel auch hinter der Spriesswand abzusenken und dies nicht durch eine unter die Baugrubensohle reichende Schürze der eisernen Spundwand zu erschweren oder gar zu verunmöglichen. Durch diese Anordnung sei auch der Wirkungskreis der Filterbrunnen grösser und gestatte die Verringerung der Brunnenanzahl. Die nach diesem Vorschlag durchgeführte Bauausführung bestätigte deren absolute Zweckmässigkeit und erlaubte eine wesentliche Verminderung der Baukosten (Abb. 4 und 5).

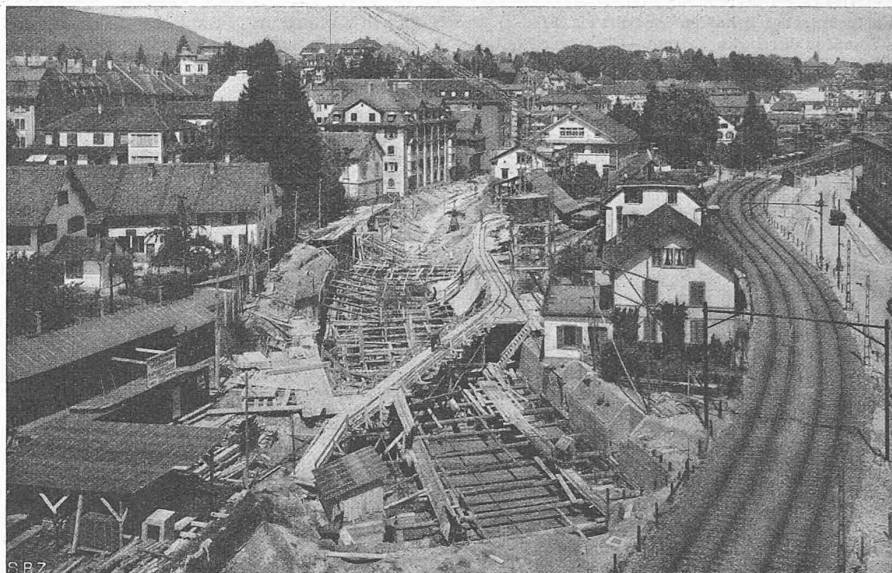


Abb. 8. Uebersicht der Bauinstallation, rechts die provisorisch verlegten Bahngeleise (21. VII. 1938)

Mit den Bauarbeiten wurde Ende Februar 1938 begonnen. Die über dem Grundwasserspiegel liegenden Erdschichten in der Mächtigkeit von 3 bis 4 m wurden mit Tieflöffelbagger ausgehoben und das Aushubmaterial zur Seeauffüllung am Mythenquai verwendet (Abb. 6 und 7). Mit dem Fortschreiten des Baggeraushubes erfolgte das Rammen der für die Baugrubenumschliessung notwendigen Schienen, Profil SBB II, in Abständen von etwa 1 m, und gleichzeitig das Bohren der Filterbrunnen. Die Brunnen wurden mit einem äusseren Durchmesser von 600 mm abgebohrt, der Durchmesser der eingesetzten Filterrohre betrug 150 mm. Der relativ grosse Durchmesser der Bohrohre wurde mit Rücksicht auf die beim Abteufen zu erwartenden grösseren Blöcke gewählt, um diese leichter entfernen zu können. Tatsächlich zeigte sich, da die Baugrube in die Randzone der Zimmerbergmoräne zu liegen kam, dass im Bereich der Brunnen ziemlich viele Blöcke mittels Meissel entfernt werden mussten.

Mit dem Bohren der Brunnen wurde auf Kote 407,0 begonnen und diese bis auf Kote 395,0 abgeteuft. Der Korndurchmesser des Filterkieses betrug in der äusseren Hülle 1,5 bis 3 mm, in der inneren Hülle 3 bis 6 mm; die Maschenweite der Filtertresse war 2,0 mm.

Nach den im Jahre 1936 durchgeführten Sondierungen und nach den gemachten Erfahrungen bei der Erstellung des Pumpenhauses war selbst im Winter die Druckhöhe des in den wasserführenden Schichten enthaltenen Grundwassers auf Kote 408,00 anzunehmen, wogegen der tiefste Punkt der projektierten Trogsohle auf Kote 402,84 lag. Der höchste Punkt der Saugleitungen lag auf Kote 406,50. Zur vollständigen Absenkung des Wasserspiegels war eine Absenkung des Grundwassers in den Brunnen von rund 9 m notwendig, d. h. bis Kote 397,50, gegenüber den in der Axe der Baugrube nötigen 4,0 m (Abb. 5).

Nach und nach, mit dem Fertigstellen der Filterbrunnen wurde mit der Spiegelabsenkung begonnen. Dabei zeigte sich in den besonders zu diesem Zwecke in der Axe der Baugrube eingerammten Piezometerröhren, dass die Absenkung in diesen auf

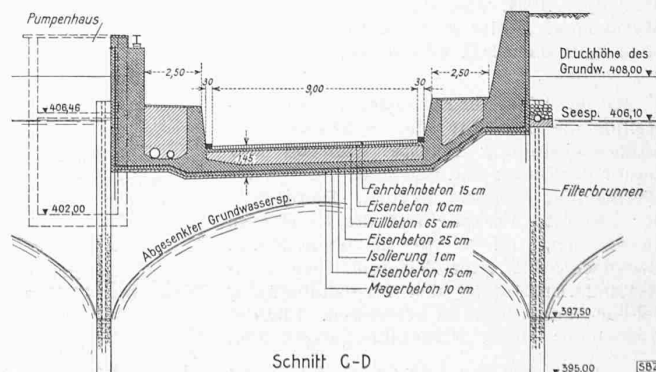


Abb. 5. Trog-Querschnitt und Grundwasser-Absenkung. — 1 : 300

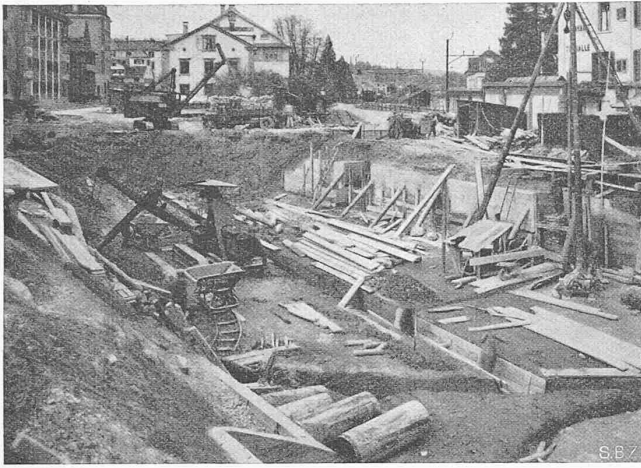


Abb. 7. Aushub der Baugrube mit Löffelbagger (12. VI. 38)

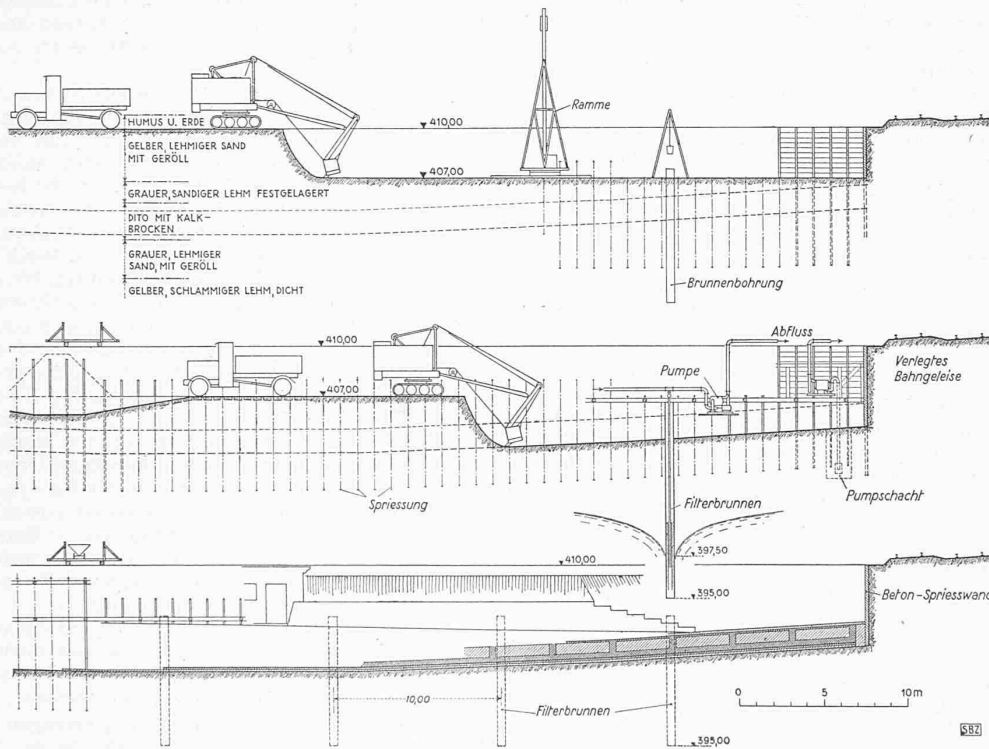


Abb. 6. Etappenweiser Aushub der Baugrube. — Masstab 1 : 400

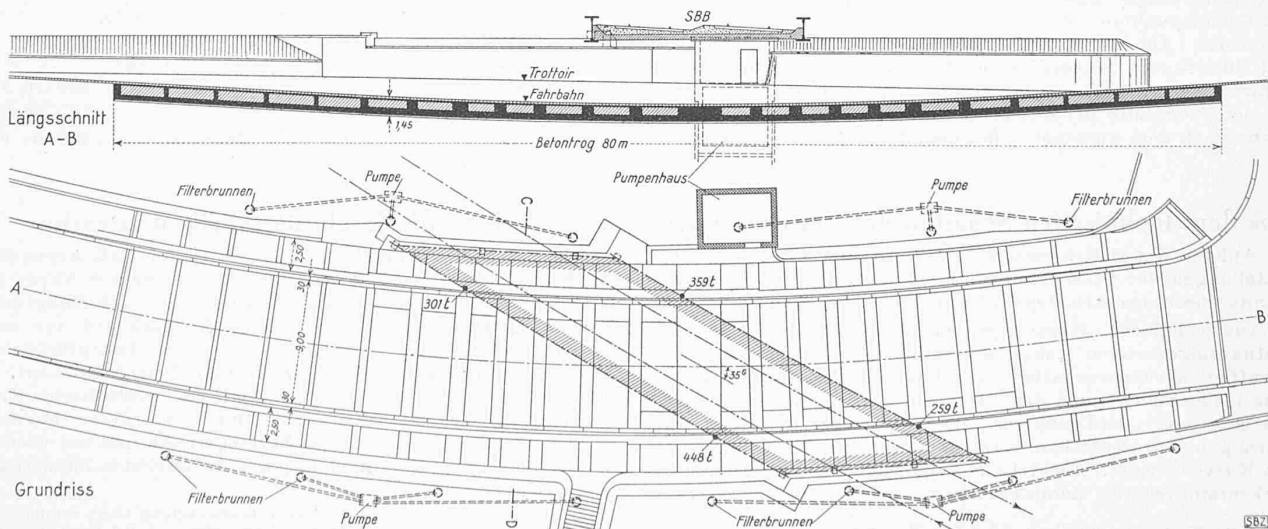


Abb. 4. Trogkonstruktion mit Wasserhaltung der Seestrasen-Unterführung Zürich-Wollishofen. — Masstab 1 : 500

die gewünschte Kote erst in etwa acht Tagen nach Inbetriebnahme des gegenüberliegenden Brunnens erreicht wurde, obwohl der Wasserspiegel im Brunnen selbst schon nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde den gewünschten Tiefstand erreichte. Die in den Brunnen geförderten Wassermengen waren infolge der äusserst geringen Durchlässigkeit des Baugrundes gering und betrugen 0,3 bis 5,6 l/s. Diese geringe Wassermenge, verbunden mit einer konstanten Saughöhe von 9 m war mit gewöhnlichen Baupumpen nicht, oder zum Mindesten nur mit Schwierigkeiten und ohne Gewähr der Betriebssicherheit durchführbar. Es wurden daher selbstansaugende Zentrifugalpumpen, *System Lauchener*²⁾, der «Maschinenfabrik an der Sihl» verwendet. Durch Anbringen eines besonderen Anschlusskopfes bei den Pumpen war es möglich, 3 bis 4 Brunnen mit der nämlichen Pumpe zu bedienen. Von jedem Brunnen aus wurde eine getrennte Saugleitung 3" nach der Pumpe verlegt. Regulierventile wurden keine eingebaut, da die Pumpen infolge des auf rd. 9 m begrenzten Saugvermögens sich automatisch regulierten. Während dem Bau des Troges musste die Wasserhaltung während etwa drei Monaten ohne Unterbrechung Tag und Nacht betrieben werden. Dabei schwankte der abgesenkte Wasserspiegel in den Brunnen höchstens um 30 cm und zwar zwischen den Koten 397,20 und 397,50.

Um diese aussergewöhnlich grosse Saughöhe und deren dauernde Sicherstellung zu gewährleisten, war es nötig, die Stopfbüchsen der Pumpenwelle so auszubilden, dass sie in Verbindung mit eigens zugeführtem Druckwasser für eine dauernde Dichtigkeit Gewähr boten. Für die 14 Brunnen rings um die Baugrubeneinfassung, einschliesslich des Brunnens im bestehenden Pumpenhaus, waren vier selbstansaugende Pumpen vom Durchmesser 100 ÷ 125 mm nötig; ihre Anordnung und Verteilung ist aus Abb. 4 ersichtlich. Die auf diese Weise durchgeführte Wasserhaltung hat während des ganzen Baues einwandfrei und ohne geringste Störung gearbeitet und hat damit die Hauptschwierigkeit der Trogausführung überwunden.

Erst nachdem in den reichlich angelegten Piezometerrohren festgestellt war, dass in allen Pumpen der Grundwasserspiegel unter den tiefsten Punkt der freizulegenden Baugrubensohle abgesenkt war, wurde mit dem Aushub unter

²⁾ Vgl. SBZ Bd. 97, S. 146* (1931); ferner Bd. 99, S. 247* (1932).

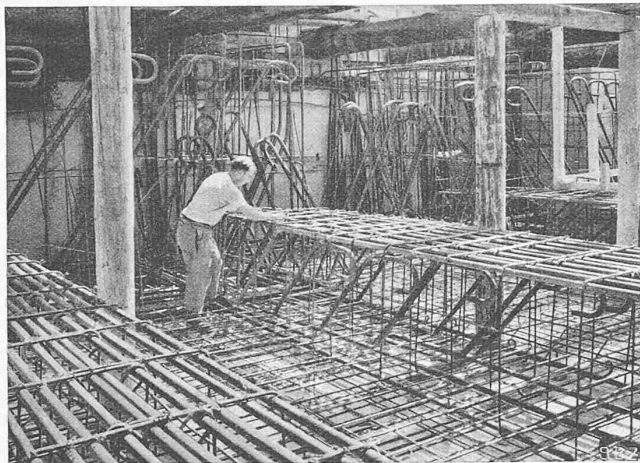
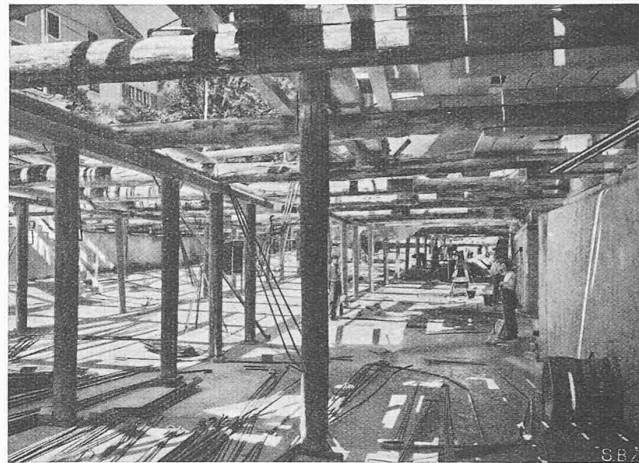


Abb. 9. Armierung der Trog-Sohle (21. VII. 1938)



Strassenunterführung Wollishofen

Abb. 10. Durchblick durch den Trog (25. VI. 1938)

der Kote 407,0 begonnen. Um zu illustrieren, welche Zustandsveränderungen die Grundwasserabsenkung auf die Erdschichten unter dieser Kote brachte, sei erwähnt, dass vor der Wasserabsenkung ein Kleinbagger auf Raupen, der ausserdem auf grossen Holzmatratzen stand, in einer Nacht etwa 1 m in den Boden versank. Nach erfolgter Grundwasserabsenkung konnte der gleiche Bagger ohne jegliches Einsinken und ohne Matratzen selbst auf dem tiefsten Punkt der Baugrubensohle arbeiten.

Durch sukzessives Ausbaggern der Baugrube unter Kote 407,0, vom Kopf her nach rückwärts, wurde die Bausohle freigelegt. Gleichzeitig wurden schrittweise die Betonspiesswände und deren gegenseitige Abstützung ausgeführt (Abb. 8 und 9). Die senkrecht angeschnittenen Erdwände zeigten sich, infolge der einwandfreien Grundwasserabsenkung als absolut standfest, ohne irgendwelche Lockerung, sodass dem Erstellen der Betonverkleidung zwischen den gerammten Schienen keine Schwierigkeiten erwachsen sind (Abb. 10).

Mit dem Freilegen der Baugrubensohle begann das Erstellen der eigentlichen *Trogkonstruktion*. Auf einer 10 cm starken Ausgleich-Schutzschicht aus Magerbeton folgte eine 15 cm starke doppelarmierte Eisenbetonplatte als Versteifung und darüber die Isolation von 1 cm Stärke, bestehend aus einem doppelten Asphaltoidplattenbelag (Abb. 5). Diese Isolation wurde auf der Sohle und an den Baugrubenwänden bis auf Kote 407,0, d. h. 1,0 m höher als die auf der Rückseite der Trogwände angelegte Sickerleitung, hochgezogen. Die ganze Abdichtung wurde durch einen Schutzmörtel gegen Verletzungen beim anschliessenden Erstellen der Eisenbetonkonstruktionen abgedeckt. An den senkrechten Wänden wurde ein Absacken der Isolierung durch Befestigung mit Agraffen verhindert und zwecks besserem Haften des Schutzmörtels die letzte Bitumenschicht mit Quarzsand überstreut. Nach Erhärten des Schutzmörtels begann das Verlegen der starken Armierung; die Eisen hatten Längen bis 25 m und Durchmesser zwischen 20 und 50 mm. Die Verwendung solch langer Eisen hatte den Zweck, die Eisenstösse in den Schnittpunkten der Längs- und Querträger möglichst zu vermeiden (Abb. 9 und 10). Die Kammern zwischen den Längs- und Querträgern wurden in der Fahrbahn und in den beiden Gehwegen mit einem mageren Beton ausgefüllt, die Stützwände auf der Trogplatte in vibriertem Beton erstellt, und die Sichtfläche nach dem Ausschalen mit dem Scharriereisen (Zweispitz)

horizontal bearbeitet. Dieser Sichtbeton verlangte eine äusserst sorgfältige kräftige Schalung, um Deformationen während des Betonierens und Vibrierens auf ein erträgliches Minimum zu beschränken.

Sobald die Trogwände erstellt waren, begann die Montage der neuen *eisernen Brücke* über die Strassenunterführung. Während des Baues der Eisenbrücke wurden im Anschluss an die Trogkonstruktion die beidseitigen Anschlussrampen samt Stützmauern, Eingängen, Anpassungsarbeiten usw. an die bestehenden Liegenschaften ausgeführt und der Betonstrassenbelag erstellt. Umfängliche Arbeiten waren nötig zwecks Umbau, Verlegung und Neuinstallation von Kanalisations- und Werkleitungen. (Die Beschreibung der Brücke erfolgt in nächster Nr.)

Die für die Bauausführung notwendigen *Installationen* waren im Wesentlichen folgende: Betonieranlage mit Material-Silos; diese standen in Verbindung mit einem Anschlussgeleise aus der Station Wollishofen. Dadurch war es möglich, den in Ochsen-Kippwagen SBB aus den Kiesgruben Hardwald zugeführten Kies und Sand direkt in die Silos zu entleeren. — Ein Turmdrehkran mit 25,0 m Auslegerlänge bei 2000 kg Tragkraft, der die ganze Baustelle überstreichen konnte. Mit Hilfe von Silo-Fördergefässen wurde der Beton von der Aufbereitungstelle direkt zur Verwendungsstelle gebracht. Dadurch wurden Entmischungen vermieden, was für die Güte des Betons von grösster Bedeutung ist. — Eine Kompressor-Anlage lieferte die notwendige Pressluft für den Betrieb der Tauchvibratoren. — Baubaracken, Magazine, Pumpen, Rammen u. a. m. vervollständigten die Baueinrichtung.

Nachdem im Frühjahr 1938 mit den Bauarbeiten begonnen worden war, konnte die Unterführung termingemäss, wie auch die Eisenbahnbrücke über diese, noch vor dem 6. Mai 1939, dem Tage der Eröffnung der LA, dem Verkehr übergeben werden.

Die reinen *Baukosten* für den Bau der Unterführung betragen:

a) ausserhalb der Trogkonstruktion	424 330 Fr.
b) Trogkonstruktion	
1. Erdarbeiten, Kanalisation u. Entwässerung, Brückenwiderlager, Stützmauern, Trogplatte, Treppenanlage Rumpumpsteig, Chaussierungsarbeiten, Geleiseanlage (einschl. der provisorischen Geleiseverlegung)	494 410 Fr.
2. Brückenkonstruktion	103 760 Fr.
Insgesamt reine Baukosten	1 022 500 Fr.

Aus dem technischen Schaffen der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur

Anhand des Heftes vom Monat April 1941 der Technischen Mitteilungen der SLM-Winterthur sei im folgenden ein Querschnitt durch das Arbeitsgebiet der Firma gegeben.

Die technischen Neuerungen bei den 8800- bzw. 12000 PS-Gotthardlokomotiven¹⁾ sind, soweit sie den mechanischen Teil betreffen, Errungenschaften der SLM, wie z. B. der Universal-Einzelachsantrieb²⁾ und das durch ihn ermöglichte, kombinierte Triebachs-Laufachs-Drehgestell, das gegenüber früheren Ausführungen ein wesentlich besseres Anschmiegern der Räder in den Kurven ergibt. Elektrische Triebwagen als wirtschaftliche Verkehrsmittel für Zahnradbahnen haben sich mit grossem

Erfolg z. B. bei der elektrischen Bahn St. Gallen-Gais-Appenzell³⁾, der Brünigbahn⁴⁾, der Pilatus-⁵⁾, Rigi-⁶⁾, Rochers de Naye, Bex-Gryon-Villars⁷⁾-Bahn und andern eingeführt. Ihr Hauptvorteil liegt in einer wesentlich verkürzten Fahrzeit bei nur wenig grösserem Leistungsbedarf, als es im früheren Dampfbetrieb der Fall war, und dies trotz erhöhter Sitzzahl (Leichtbauweise). Aus dem Gebiet der Dieselfahrzeuge liegt die mechanische Kraftübertragung System «SLM-Winterthur» vor, deren Merkmale in dem mit Drucköl betätigten Stufengetriebe und der ebenfalls druckölbetätigten Kupplung liegen⁸⁾. In mehreren hundert Aus-

¹⁾ Bd. 99, S. 145* (1932) bzw. Bd. 114, S. 35* (1939).

²⁾ Bd. 90, S. 294* (1927); Bd. 114, S. 35* (1939).

³⁾ Bd. 100, S. 267* (1932).

⁴⁾ Bd. 115, S. 167* (1940). Eingehende Beschreibung folgt demnächst.

⁵⁾ Bd. 110, S. 131* (1937). — ⁶⁾ Bd. 112, S. 186* (1938). — ⁷⁾ Bd. 115, S. 279* (1940).

⁸⁾ Bd. 93, S. 251* (1929); Bd. 100, S. 87* (1932); Bd. 104, S. 13* (1934).