

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 59/60 (1912)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Vom Bau der Bodensee-Toggenburgbahn  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-30055>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

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

INHALT: Vom Bau der Bodensee-Toggenburgbahn. — Neuere amerikanische Architektur. — Miscellanea: Schifffahrt auf dem Oberrhein. Heimatschutz in Deutschland. Für die Entstehung der Kugelblitze. Ständiges Hygiene-Museum in Dresden. Kraftwerke von Gross-Berlin. Versammlung ehemaliger Ingenieure und Beamten der Gotthardbahn. Grenchenbergtunnel. Denkmalverbot für Paris. Internationales Ausstellungswesen. Schweiz. Technische Gesellschaft New York. Bahnhofanlage Interlaken.

Städtebau-Ausstellung in Genf. — Konkurrenzen: Frauenarbeitsschule Basel. Bebauungsplan der Stadt Reichenberg mit Vororten. Bebauungsplan für das Gebiet zwischen Obersee und Maran in Arosa. — Literatur: Wechselstromtechnik. Literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafeln 37 bis 40: Neuere amerikanische Architektur.

Band 60.

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

Nr. 12.

## Vom Bau der Bodensee-Toggenburgbahn.

Entgegen unserer Uebung, die wichtigern schweizerischen Bahnbauten nach Bauvollendung in ihren wesentlichen Teilen zur Darstellung zu bringen, haben wir dies bezüglich der Bodensee-Toggenburgbahn erst zum kleinern Teile getan. Einzig über den Sitterviadukt der B. T. ist hier eine umfassende Darstellung veröffentlicht worden<sup>1)</sup>, während die Bahn als Ganzes nur in ihrem generellen Projekt, das allerdings mit nur unwesentlichen Aenderungen zur Ausführung kam, von uns beschrieben worden ist.<sup>2)</sup> Zu diesem Aufschub gab die Rücksicht auf die Denkschrift „Bodensee-Toggenburg-Zürichsee“ Veranlassung, in der unsere Kollegen vom st. gallischen Ingenieur- und Architekten-Verein vor Jahresfrist eine umfassende Baugeschichte der B. T., anlässlich der Generalversammlung des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins in St. Gallen niedergelegt haben und deren Aktualität durch eine vorgängige, wenn auch weniger eingehende Darstellung in der Bauzeitung beeinträchtigt worden wäre. Heute holen wir das Versäumte nach, soweit es angesichts jener trefflichen Baugeschichte noch geboten erscheint. Mit Rücksicht auf diese Verumständungen haben wir uns, im Einverständnis mit unsern St. Galler Kollegen, entschlossen, einige für den Bau der B. T. charakteristische Momente herauszugreifen, und sie hier, gleichzeitig als Textproben aus jener Denkschrift, zur Kenntnis weiterer Kreise zu bringen.

Als solche Charakteristika erscheinen die während des Baues in empfindlichem Masse aufgetretenen Rutschungen und Senkungen, die z. T. auch die unter geringer Ueberlagerung liegenden Tunnel in Mitleidenschaft zogen. Sodann ist von Interesse die Baugeschichte eines Hauptobjekts der Bahn, des 3557 m langen Wasserflutunnels, sowie der durch die S. B. B. gebauten Tunnel unter dem Rosenberg und durch den Ricken. Die folgenden Abschnitte wollen unsere Leser als Ergänzung zu unsern verschiedenen Mitteilungen während der Bauzeit betrachten. Im übrigen sei nochmals auf die genannte Denkschrift verwiesen, der wir auch unsere Abbildungen, teils direkt, teils durch Verwertung der gleichen Planunterlagen, entnehmen konnten.

### Rutschungen.

„Die nach den geologischen Verhältnissen nicht zu vermeidenden, aber doch in grösserem Umfange als erwartet eingetretenen Rutschungen übten einen sehr ungünstigen Einfluss auf die Baukosten aus und wirkten auch in verzögerndem Sinne auf die vorgesehenen Vollendungstermine ein. Unglücklicherweise haben sich die Niederschlagsverhältnisse in der Bauperiode 1909/10 höchst ungünstig gestaltet. Es traten zahlreiche Dammrutschungen infolge Durchnässung des Materials auf. Die längeren Regenperioden während des Baues hatten zur Folge, dass das frisch angeschüttete lehmige Material durchweicht und zu Brei wurde; teilweise kam auch mangels geeigneter Depotplätze von den Einschnitten direkt solches Material in die Dämme hinein. Es bildeten sich alsdann Rutschflächen parabolischer Form, die von der Höhe des Dammes abhängig waren. Da es nicht zweckmässig erschien, den gerutschten Boden zu beseitigen, erhielten die Dämme eine ausgebauchte oder durch Terrassen abgestufte flachere Form. Eine ganze Anzahl Durchlässe mussten diesen Dammrutschungen zufolge verlängert werden. Zu den Kosten dieser Verlängerungen kamen die Gewinnung und der Transport des Mehrmaterialbedarfes, wie auch die Expro-

priationsentschädigungen für das durch die Dämme und Materialgruben mehr beanspruchte Land.

Ausser den Dammrutschungen infolge Durchnässung des Materials kamen auch solche wegen ungenügender Tragfähigkeit des Untergrundes vor, womit ein Ausquetschen des letztern und damit eine Bewegung in Damme verbunden war. Sowohl bei Dämmen als in Einschnitten wurden ferner Rutschungen durch Gleitflächen auf und in der Molasse und den Moränen veranlasst, und in einer grossen Zahl von Fällen kombinierten sich mehrere der erwähnten ungünstigen Verhältnisse an einer Stelle.

### Einschnittsrutschungen auf der Moräne

Km. 17,150 bis 17,730 St. Gallen-Romanshorn (Abb. 1 bis 3).

Der 700 m lange grosse Einschnitt oberhalb Neukirch-Egnach schneidet einen Moränenhügel an, dessen Hauptfallrichtung mit der Bahnaxe einen Winkel von rund 55° einschliesst und dessen Terrain-Neigung in dieser Hauptfallrichtung zirka 6% beträgt. Die Horizontalkurven zeigen einen ausgesprochen wellenförmigen Verlauf, und in den meisten dieser Wellentiefen, die als Bewässerungs- oder Grenzgräben des stark parzellierten Gebietes ausgebildet sind, sammelt sich das Tagwasser. Ein Teil dieses Wassers sickert in den porösen, tonigen Boden ein und läuft dann unter der Oberfläche auf der kompakten, undurchlässigen Grundmoräne gegen den links des Einschnittes liegenden Bergbach ab. Die Bahneinschnittssole liegt nun etwa 5 m tiefer als die obgenannte Materialgrenze, und das oberhalb liegende Material kam bei der durch die Ausführung des Einschnittes gestörten Gleichgewichtslage auf der dazu gut vorbereiteten, geschmierten Grundmoränenunterlage in Bewegung. Die obersten Schichten der Grundmoräne selbst lösten sich schalenförmig ab, und die ganze Masse glitt gegen die Bahn (Abbildung 1). Eine Parallelsickerung, 21 m links der Bahnaxe, die 4 bis 5 m tief angelegt werden



Abb. 1. Einschnitt-Rutschung bei Km. 17,500 der B.T.

musste, führt nun das Bergwasser zum grössten Teil ab; einzelne allzutiefe Stellen, sowie ein Triebssandnest, konnten in die Sickerung nicht einbezogen werden. Da ausserdem das tonige Material der noch nicht angedeckten Böschungen während der längeren Regenperioden der Bauzeit dankbare Angriffspunkte lieferte — das poröse Material rutscht in sich selbst, indem sich schalenförmige Ablösungen bilden — mussten die Böschungen zum grossen Teil bis 2:1 abgeflacht und zahlreiche Böschungssickerungen und Flechtzäune ausgeführt werden.

<sup>1)</sup> In Bd. LVI, S. 135, auch Bd. LIV, S. 315.

<sup>2)</sup> Bd. II, Seite 280 u. ff.

Zum Schutze der Fundamente der Ueberfahrtsbrücke Km. 17,247, sowie um den Rutschungen in der Trieb sandpartie Einhalt zu bieten, sind Trockenmauerwerk-Verkleidungen der Böschungen auf 60,0 m l. d. A. und 75,0 m r. d. A. ausgeführt worden. In der Trieb sandpartie, wo die Sohle auch Auftreibungstendenz zeigte, ist das Trockenmauerwerk 1,0 m stark unter Planum durchgeführt (Km. 17+546).

Durchlasses durch Wiedergewinnung und Seitentransport des Ueberschüttungsmaterialies und eine Verlängerung desselben auf der Talseite entsprechend einer zweifüssigen Böschung an, in der Meinung, dass auf dieser Seite eine 4,0 m breite Berme 8,0 m unter Schwellenhöhe anzulegen sei, wodurch Gegengewicht für die Dammaufstauhungen und eine breitere Dammbasis geschaffen würden. Da die Risse und Deformationen stets zunahmten, wurden, damit das Wasser — auch wenn der Durchlass zugrunde ginge — einen Abfluss finde, alte Tunnel-Ventilationsröhren von 35 cm und in denselben Mannesmannröhren von 10 cm eingelegt und sorgfältig mit Steinen verpackt. Es half alles nichts; die Zerstörung war eine vollkommene. Dem Wasser wurde der Abfluss verwehrt, auf der Bergeite bildete sich ein kleiner See, und der Rand der Auspressungen reichte bis 80 m ausserhalb des vorgesehenen ursprünglichen Dammfusses. Mit vieler Mühe musste unter dem schon angeschütteten Damm, 80 m unterhalb des alten Durchlasses, in der gewachsenen festen Moräne ein neuer Durchlass eingebaut werden. Da der Spiegel des gestauten Wassers eine Höhe von 5,0 m erreichte, bevor der Stollen durchgetrieben war, war man genötigt, das Auspumpen des Sees anzuordnen; etwa 20 000 m<sup>3</sup> Wasser waren 8,0 m hoch zu befördern, was mittels einer Zentrifugalpumpe von 2000 l/min-Leistung und eines 10 PS-Benzinmotors besorgt wurde.

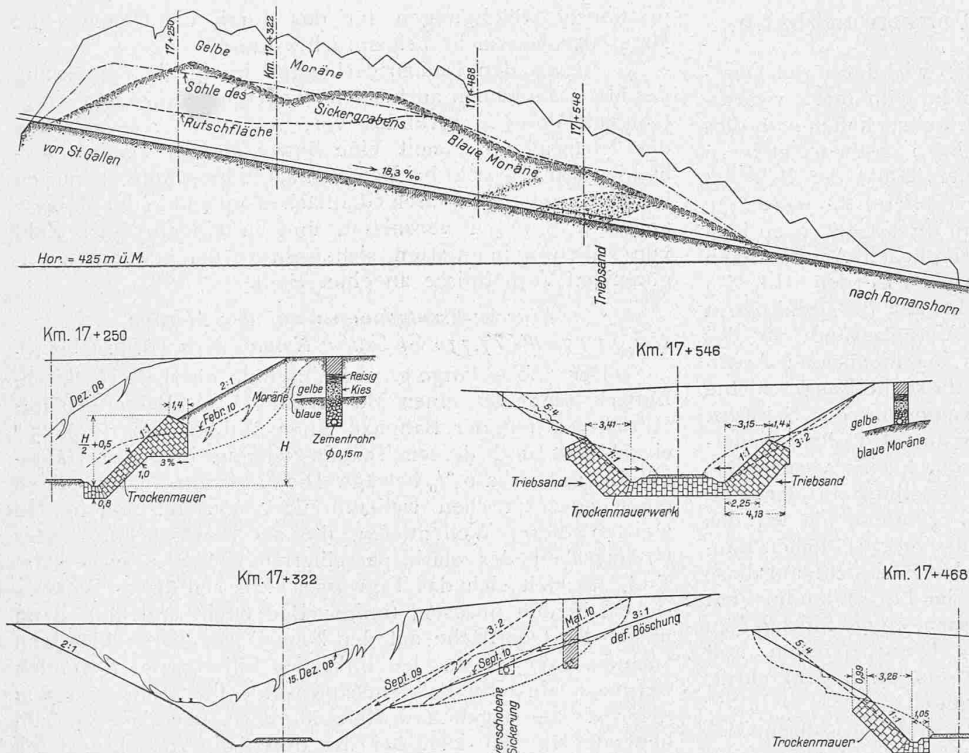


Abb. 2. Einschnitt-Rutschung bei Neukirch-Egnach, Km. 17,150 bis 17,600. Längenprofil 1 : 5000 und 1 : 500, Querprofile 1 : 500.



Abb. 3. Parallel-Sickerung im Einschnitt Neukirch-Egnach.

*Dammsenkung bei Hohenbühl,*

Km. 7,750 St. Gallen-Romanshorn (Abb. 4 bis 9).

Zwischen Km. 7,6 und 8,0 der Linie St. Gallen-Romanshorn wird die Bahn auf einem 15,0 m hohen Damm über die dort befindliche Talmulde geführt. Diese durch Erosion entstandene Talmulde ist nachträglich durch fluvio-glaziale Ablagerungen etwa 4 m hoch wieder aufgefüllt worden. Nun waren aber die feuchten, plastischen Lehmablagerungen dem hohen Dammdruck nicht gewachsen; sie wurden ausgequetscht; ein 1,5 x 1,0 m Durchlass wurde vollständig zerrissen und verschoben.

Sobald sich die ersten Risse an diesem Objekte zeigten, ordnete man eine gleichmässige Belastung des

Der mit einem Inhalt von 78 000 m<sup>3</sup> vorgesehene Damm erforderte die gewaltige Mehrkubatur von rund 80 000 m<sup>3</sup>, die aus Materialgruben entnommen werden musste. Da man sich mit der Los-Unterbauunternehmung für die Ausführung dieser Mehrarbeiten nicht einigen konnte, mussten diese an andere Unternehmer vergeben werden. Erst kurz vor Betriebseröffnung konnten hier die Dambewegungen zum Stillstand gebracht werden. Sicherheits halber wurde der Damm noch 1,5 m hoch über die Nivelette mit Erdmaterial belastet, das erst beim Legen des Oberbaues entfernt wurde. Der Damm erhielt unter Berücksichtigung der teilweise frischen Ausschüttung eine bis in Dammitte zunehmende Ueberhöhung von etwa 0,5 m. Seit der Betriebseröffnung ist der Unterhalt des Oberbaues auf dieser Strecke kein abnormaler gewesen.“

**Tunnel.**

„Allgemeine Bemerkungen. In Abbildung 10 (S. 163) sind die Profiltypen der B. T. zusammengestellt. Tunnel ohne Ausmauerung sind nicht vorgekommen, da der aufgeschlossene Fels überall eine Verkleidung erforderte. Das Mauerwerk wurde als häuptiges Bruchsteinmauerwerk in Mörtel aus schwerem, hydraulischen Kalk, eventuell bei Wasserzudrang in Zementmörtel ausgeführt; wo für die Fundamente und Widerlager frostsicherer Beton zugelassen wurde, waren für die Fundamente die Mischverhältnisse 1 : 5 : 10 und für die Widerlager 1 : 3 : 6 angeordnet. Wo auch für die Gewölbe Beton verwendet wurde, geschah es in Form von Betonquadern im Mischungsverhältnis von 1 : 2 : 5.

Die Tunnelportale sind den lokalen Verhältnissen angepasst; sie haben, im Längsprofil gesehen, den gleichen Anzug von 1/5 wie die Mörtelmauern erhalten. Die Stärke dieser Mauern entspricht der nötigen Stützmauer-Dimension, und



wo nicht hinter dem Portal ein Tunnelteil im Tagbau ausgeführt wurde, ist für die richtige Ableitung des Oberflächenwassers gesorgt. Die Portale sind mit Granitplatten, an mehr abgelegenen Orten nur mit einer Rollschaar abgedeckt. Die Portalkränze, 0,6 m stark, stehen 5 cm vor und sind alle auf eine mittlere Tiefe von 0,6 m in Schichtenmauerwerk ausgeführt. Bei der Portalhinterkante wird das Tunnelprofil von der vertikalen in die um  $\frac{1}{5}$  geneigte Ebene gedreht, sodass der Steinschnitt des Tunnelkranzes sich dadurch ganz einfach gestaltet. Nach den besondern Bestimmungen der B. T. musste der Unternehmer für die Tunnelausführung in der Regel als Richtstollen den Sohlenstollen ausführen und denselben dem Bau-system zugrunde legen.

Wir beschränken uns auf einige Mitteilungen über die wichtigsten Tunnel.

1. Der Bruggwald-tunnel

ist das Hauptobjekt der Linie Romanshorn-St. Gallen und hat eine Länge von 1730 m. Die maximale Ueberlagerung befindet sich im ersten Drittel vom Südportal aus und beträgt rund 70 m; von hier aus nimmt sie gegen Norden stetig ab, während sie auf der Südseite ziemlich konstant bleibt. Das Südportal, 628,51 m ü. M., liegt im Galgentobel; hier durchquert die Bahn die Steinachschlucht auf einem 19 m hohen Damm, der aus Tunnelausbruch aufgefüllt wurde. Die unterhalb fließende Steinach findet ihren Weg in einem überhöhten Durchlass. Das Nordportal, 607,7 m ü. M., befindet sich etwa 100 m oberhalb der Einfahrtsweiche der neu geschaffenen Station Wittenbach und ist

so angelegt, dass die Staatsstrasse St. Gallen-Wittenbach noch bequem hinter dem Portal überführt werden konnte. Ein durch Auffüllung des Tunnelausbruchmaterials künstlich geschaffenes Plateau dient teilweise der Stationsanlage, teilweise als Lagerplatz. Der Tunnel hat einseitiges Gefälle von 12,03 ‰ gegen Romanshorn und ist — mit Ausnahme eines 62 m langen Stückes, das in einer Kurve von  $R = 5000$  liegt — geradlinig. Diese Kurve musste nachträglich, allerdings vor Baubeginn, etwa in der Tunnelmitte eingeschaltet werden, als sich bei der definitiven Triangulation der Anschlussstrecken kleine Differenzen gegenüber der ursprünglichen Annahme ergaben und man das Projekt dieser Anschlussstrecken nicht mehr ändern wollte.

Das durchgefahrene Gestein — mit Ausnahme einer etwa 60 m langen Strecke am Nordportal und einer weitem, ebenfalls etwa 60 m langen Strecke 320 bis 380 m vom Nordportal entfernt — bestand aus grauem bis dunkelblauem Mergel, weich, mittelhart bis

ganz hart, fast in Sandstein übergehend. Die Gesteinsverhältnisse waren im allgemeinen äusserst günstig. An einer glatten, 10 cm starken Lehmmergelschichte, 443 m vom Südportal entfernt, konnte das Streichen des Gesteins mit  $33^\circ$  NNO und dessen Fallen mit  $13^\circ$  a. T. bestimmt werden, woraus ein Gefälle der Schichten in der Tunnelaxe an dieser Stelle von  $10^\circ 50'$  resultiert. Schichtenstörungen kamen öfters vor, und gegen Norden war eine Schichtung nicht mehr zu erkennen. 466 m vom Südportal entfernt, traf man eine 2 cm dicke Kohlenader, die aber

Vom Bau der Bodensee-Toggenburgbahn.

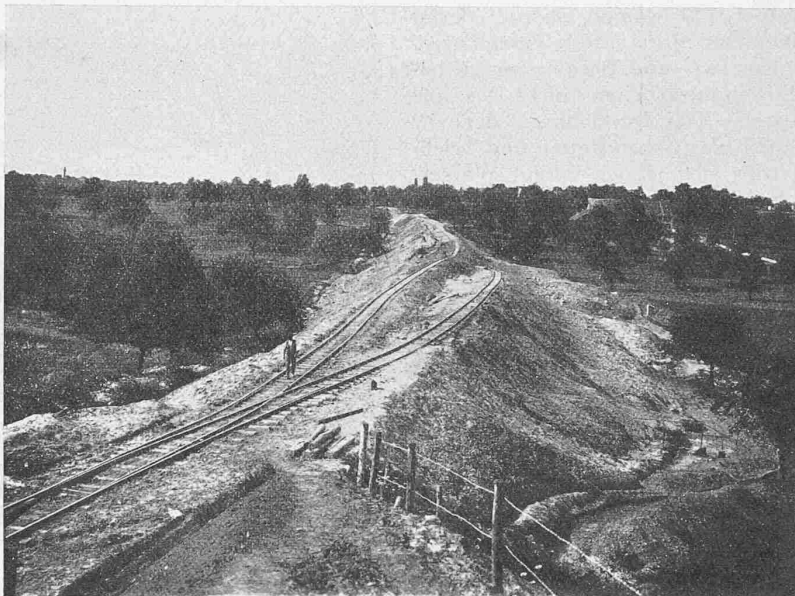


Abb. 7. Dammsenkung bei Hohenbühl, Km. 7,750.

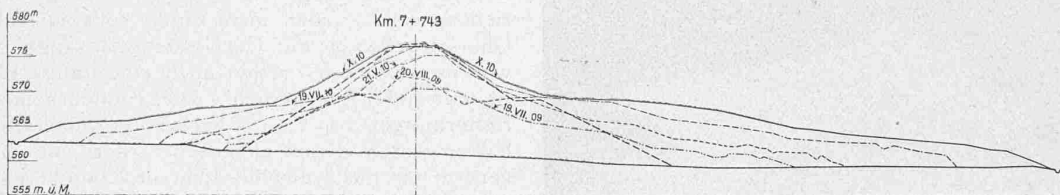


Abb. 6. Querprofile des Dammes bei Hohenbühl mit Senkung und seitlichen Auspressungen. — 1 : 1000.

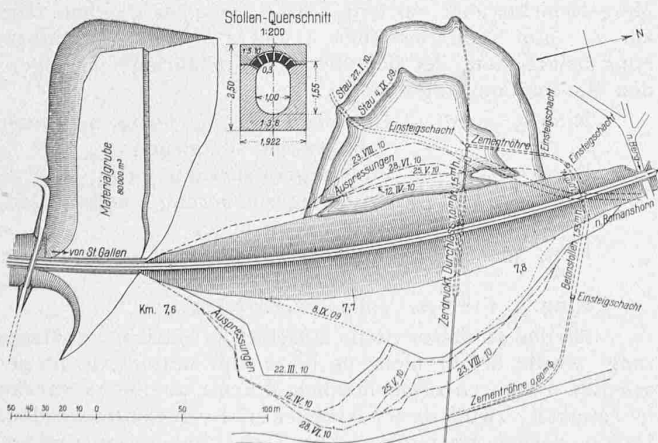


Abb. 4. Lageplan mit Auspressungen und Stauee. — 1 : 4000.

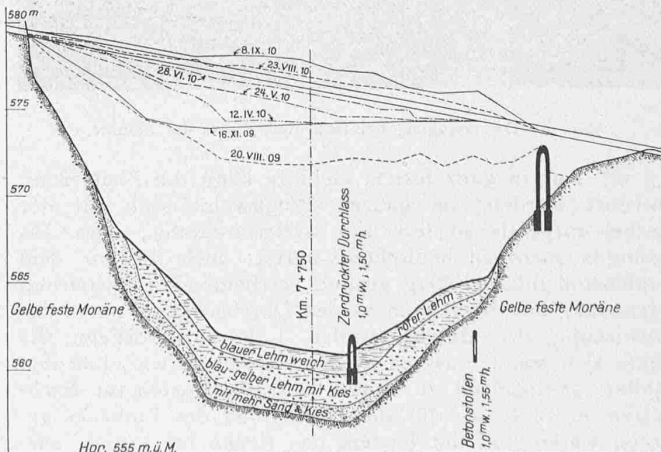


Abb. 5. Längenprofil der Senkungen. — Masstab 1 : 4000 und 1 : 400.

vereinzelt blieb, bei Km. 5,300 eine Nagelfluheinlagerung. Die Moränestrecke, etwa Km. 5,260/200 war fluvioglaziale Einlagerung. Die Wasseraufschlüsse sind meistens durch Tagwasser verursacht worden; sie kamen und verschwanden mit den Niederschlägen.

Mit dem Stollenvortrieb wurde auf der Südseite (im Steinachtobel) am 22. Dezember 1907 in Regie begonnen und gleichzeitig auch mit den Erdarbeiten des grossen Wittenbacher Stationsgebäudes und Tunnelvoreinschnittes in der Absicht, den Stollen dort auch baldmöglichst anzugreifen zu können, mit einer 4 ‰-Rampe bis zum Portal den Voreinschnitt zu treiben und dort mittels einer Pumpanlage die sich sammelnden Tag- und Bergwasser zu bewältigen, solange die Einschnittsarbeiten nicht bis zur Planhöhe vorgerückt waren. Das Durchfahren der vor dem Tunneleingange mit sehr plastischen Letten und Trieb- sand angefüllten Mulde erwies sich jedoch infolge Wasserzutrittes, der den feinen Sand sehr beweglich machte, als ziemlich schwierig; Auftrieb an der Sohle und an der Brust verzögerten die Arbeiten derart, dass bei der Uebernahme der Bauarbeiten durch die Bauunternehmung, A.-G. Albert Buss & Cie. in Basel, am 31. Juli 1908 der Stollen auf der Nordseite noch nicht in Angriff genommen war, während auf der Südseite die Stollenlänge bereits 240 m erreichte.

Da entschloss sich die Unternehmung, etwa 46 m hinter dem Nordportal einen 11 m tiefen Schacht zu treiben und von dort aus den Tunnel bis zum Portal in Tagbau auszuführen, was auch ohne grosse Schwierigkeit gelang.

Der nach und nach auf der Planhöhe angelangte Schlitz entwässerte dann die Gegend und senkte den Grundwasserspiegel soweit, dass der Einschnitt mit Hilfe einfacher Böschungssicherungen und kleiner Fussicherungen endgültig  $\frac{5}{4}$ - bis  $1\frac{1}{2}$ -füssig abgeböcht werden konnte.

Das von der Bauleitung für die Tunnelausführung wohl festgesetzte, aber nicht vorgeschriebene Bausystem der Firstschlitzmethode wurde von der Bauunternehmung beibehalten.

Die Sohlenstollen und die fast gleichzeitig ausgeführte erste Erhöhung hatten zusammen einen Querschnitt von 11 m<sup>2</sup>, die zweite Erhöhung von 8,6 m<sup>2</sup>, die Kalotten links und rechts je 1,8 m<sup>2</sup> und die Strossen links und rechts je

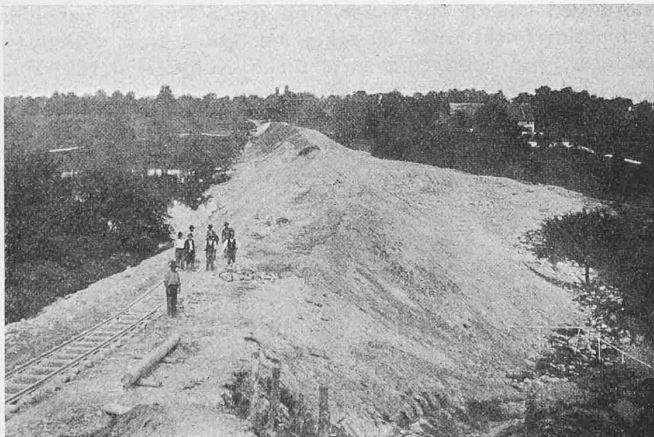


Abb. 9. Dammsenkung bei Hohenbühl, links der Stausee.

4,9 m<sup>2</sup>. Nur in ganz festem Gebirge kann die Zimmerung abtehrnt werden; im ganzen Bruggwaldtunnel war der Mergel nirgends so fest und wetterbeständig, dass Ablösungen nicht zu befürchten waren; auch die vor dem Sohlenstollendurchschlag gesund erscheinenden Felspartien fingen an, mit dem Moment des Durchschlages unter der Einwirkung der durchziehenden Luft abzubreckeln. Es zeigte sich somit, dass es nicht ökonomisch war, hier den Stollen uneingebaut zu lassen, weil die Kosten für Nachputzen so gross wie für die Herstellung des Einbaues gewesen wären und der letztere das Risiko für Unfälle ausschaltete.

Was den Tunneleinbau anbetrifft, ist noch folgendes zu bemerken:

Nach der ersten Erhöhung des Sohlenstollens wurde der untere Bock mit der Mittelschwelle eingebracht, wobei diese auf die untern Längsbalken (Unterzüge) aufgelagert und die Sohlenstollendecke durch Längspfählung geschützt wurde. Nun konnte der Firstschlitz ausgeführt und alsdann der obere Bock unmittelbar auf den untern gesetzt werden, jedoch nicht direkt auf die Mittelschwelle, sondern ebenfalls auf Längsbalken — Längsversteifungen — auf denen



Abb. 8. Vom Bau des Dammes bei Hohenbühl.

auch die übrigen Streben als Stützen der Wandruten aufgelagert waren, welche die Querspählung der Ausbruchserweiterung trugen. Im Mergel, der unter Luft- und Wassereinfluss leicht verwittert und weich wird, mussten Sohlenschwellen verwendet werden, um das Eindringen der Ständer in den Boden zu verhindern und den Druck zu verteilen. An verschiedenen Stellen des Bruggwaldtunnels, wo Sohlenschwellen nicht von Anfang an durchgeführt waren, zeigten sich Setzungen des Einbaues, sodass nachträglich das Einziehen solcher Schwellen notwendig wurde. Die Unternehmung zog es in diesen Fällen vor, statt Querschwellen — deren nachträgliches Einbringen nur mit Betriebsunterbrechung möglich war — Längsschwellen einzuziehen, welche aber nicht einen vollkommenen Ersatz für Querschwellen bieten. Um Gesteinsablösungen zu vermeiden, war in weicheren Partien auch eine Längsverpfählung der Seitenwände erforderlich. Die Stollenrahmen wurden in Entfernungen von 1,40 m bis 1,20 m aufgestellt. Die Kronbalken waren derart angeordnet, dass sie mit dem Lehrgerüste für das Gewölbe nicht in Konflikt kamen.

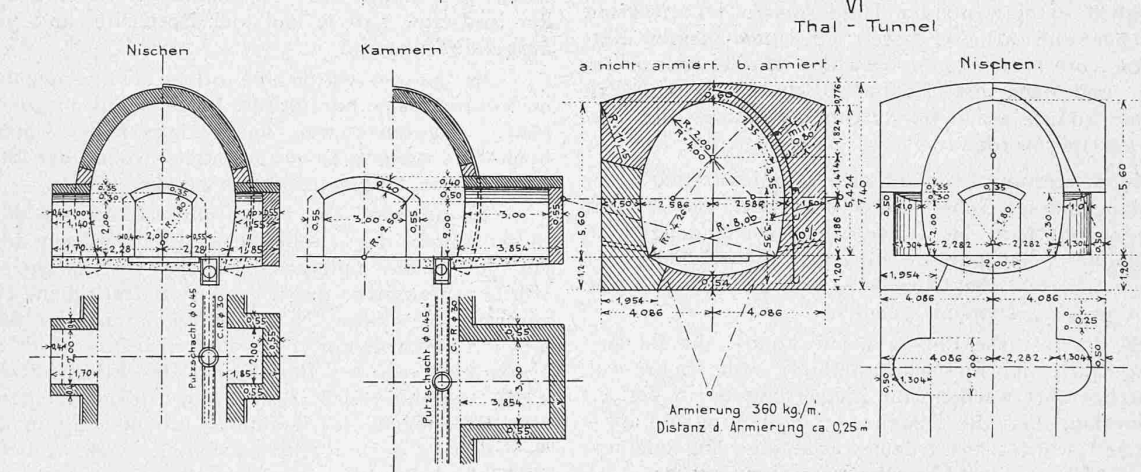
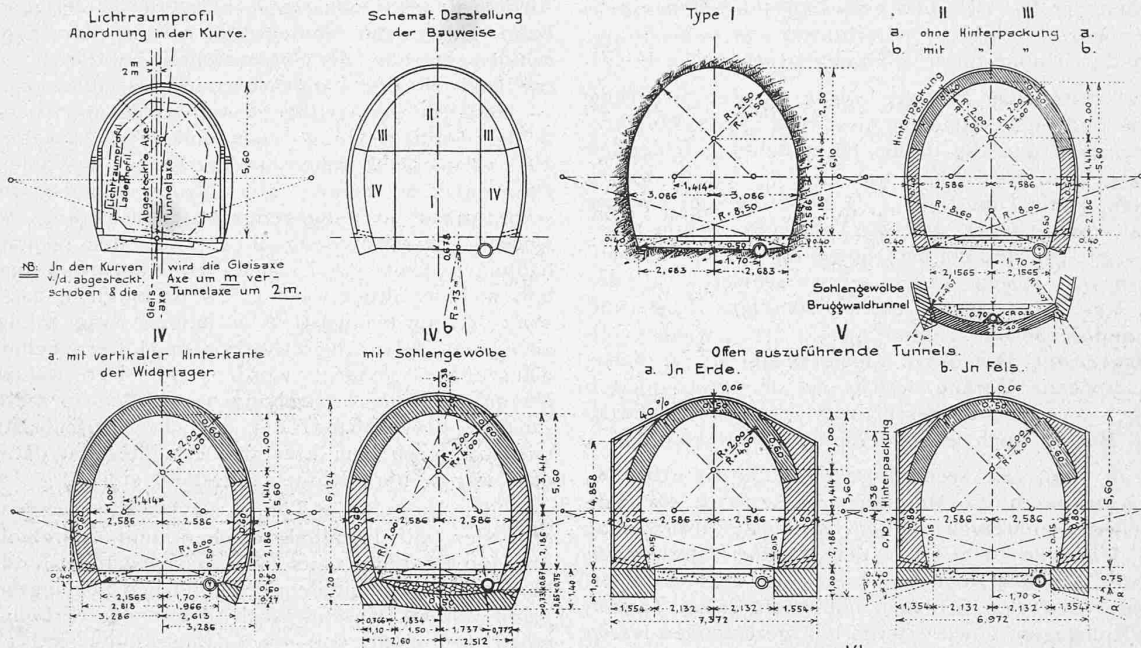
Etwa 200 m hinter dem Eingangportal auf der Nordseite, wo der Tunnel eine Ueberlagerung von 14 m, die Mergelschicht aber nur eine Stärke von 4 bis 5 m hat, fand am 22. Juni 1909, zwischen 4 und 4 $\frac{1}{2}$  Uhr nachmittags, ein Einsturz statt, der sich über fünf Einbauringe im folgenden Baustadium erstreckte:

- Ring 5 +  $\frac{410}{404}$  Gewölbemauerung fertig bis unter die zweite Wandrute,
- Ring 5 +  $\frac{404}{398}$  Widerlagermauerung fertig,
- Ring 5 +  $\frac{398}{392}$  Widerlagermauerung angefangen, etwa 2 m hoch,
- Ring 5 +  $\frac{392}{386}$  Vollausschub fertig, Fundamentaus-  
hub in Arbeit,
- Ring 5 +  $\frac{386}{380}$  Vollausschub fertig.

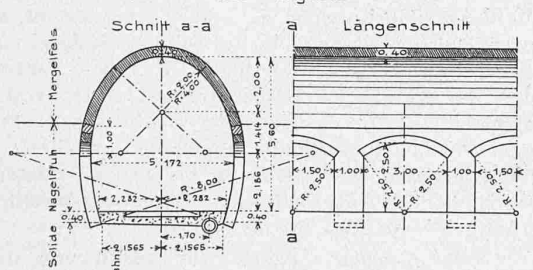
An der an dieser Stelle einschichtig betriebenen Mauerung, wurde 6 Uhr morgens bis 2 Uhr mittags, nicht gearbeitet. Es waren ausschliesslich Mineure auf dieser Strecke in Tätigkeit; zwölf dieser Arbeiter sind verschüttet worden. Davon wurden zwei rasch ohne Verletzungen ausgegraben, ein dritter kam mit einer Schädelfraktur davon, ein vierter



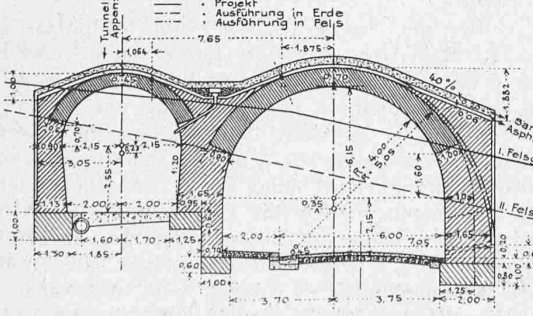
Vom Bau der Bodensee-Toggenburgbahn.



Sparbögen - Normal in fester Nagelfluh.



A-B. & Mühlestrassen - Tunnel.



Querschnittsflächen:

Bezeichnung des Gegenstandes	Maßg.	Profil No												
		I	II	III	IV	V	VI	a	b	V	VI	b		
Lichte Fläche	m <sup>2</sup>	31,89	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57	24,57
Lichtraum d. Cementr.	"	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Ausbruch	"	34,41	32,82	34,46	34,46	36,13	37,85	42,45	—	—	58,00	58,00	—	—
Fundamentmauerung	"	—	—	—	—	0,438	—	1,309	3,108	1,882	—	—	—	—
Widerlagermauerung	"	—	3,008	3,192	3,789	3,921	4,724	4,935	10,83	8,874	16,47	28,72	—	—
Gewölbemauerung	"	—	3,172	3,172	4,031	4,031	4,916	4,916	4,916	4,916	4,916	4,916	4,916	4,916
Gewölbeabdeckung	"	—	—	—	—	—	—	—	0,459	0,431	0,50	0,50	—	—
Sohlgewölbe	"	—	—	—	—	—	—	—	1,925	—	2,055	2,055	—	—
Hinterbeugung	"	—	—	1,516	—	1,545	1,574	—	1,574	0,917	0,935	—	—	—
Schotter	"	2,393	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923
Steinpackung	"	—	—	—	—	—	—	—	1,220	—	—	—	—	—

Abb. 10. Profiltypen der Bodensee-Toggenburgbahn. — Masstab 1 : 250.

erlitt starke Brandwunden von einer Mineurlampe und ein fünfter konnte erst am elften Tage nach dem Einsturz lebend aus dem verschütteten Tunnel und unverletzt gerettet werden; er lag zwischen zwei Längsbalken in einem Zwischenraum rechteckigen Querschnittes von 40 bis 60 cm, nach oben durch abgestürzte Pfählung geschützt.

Sofort nach dem Einsturz wurde mit der Sicherung des Sohlen- und Firststollens im Anschluss an die Einsturzstrecke begonnen und die in der Längsrichtung fehlenden Streben eingebaut. Die Arbeit war an der Südseite wegen Nachbrüchen, Mangel an Luft — da der Stollendurchschlag am 22. Mai 1909 erfolgte, war die Ventilation schon abgebrochen —, Steigen des Wassers, sowie infolge des Leichengeruches in den ersten Tagen sehr erschwert. An der Nordseite, Km. 5,410, wurde ein vollständiger Brustschild eingebaut und der fertige Tunnelring  $5 + \frac{410}{416}$  wieder vollständig eingerüstet. Das obere Einsturzmateriale war harte, kompakte, trockene Moräne, welche auf dem eingestürzten Mergel lag; es schien ausgeschlossen, dass hinter diesen kompakten Massen noch lebende Wesen atmen konnten.

Am 28. Juni, also sechs Tage nach der Katastrophe, vernahm man durch die Mündung eines durch die Räumungsarbeiten nun freigewordenen Schlauches die Stimme des noch lebenden Arbeiters; der Versuch, durch den Schlauch den Arbeiter zu retten, erwies sich als unmöglich; ein — hinter den, den Schlauch bildenden Balken — verschütteter Rollwagen, sowie eiserne Lehrgerüstbögen waren die unmöglich zu entfernenden Hindernisse. Da erklärten sich Aufseher und Arbeiter bereit, in einem kleinen Rettungsstollen von 1 bis 1,2 m über den Hindernissen einzudringen, und dank der Tapferkeit und Opferwilligkeit dieser Leute konnte am 2. Juli, 2 Uhr nachmittags der Verschüttete gerettet werden.

Nach der Rettung Pedersolis am 2. Juli wurden, bevor mit dem plangemässen Sohlenstollen begonnen wurde, durch Sprengungen oberhalb des Tunnels noch vorhandene Hohlräume eliminiert; im ganzen wurden 6 Bohrlöcher, etwa 6 bis 10 m tief, von der Oberfläche aus gebohrt und dieselben mit je 5 kg Dynamit geladen.

Auch durch diese Einsturzpartie konnte die Bauausführung nach der Firstschlitzmethode ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden; die Zimmerung ist in der Art ergänzt worden, dass die Distanz der Stollenrahmen auf je 1 m reduziert wurde; ausserdem wurde die Längspfählung noch bis zu den zweiten Kronenbalken durchgeführt. Die Querspählung, die im Felsen nur bis etwa Profilmittre reichte, wurde dann mit den dazu nötigen Verstrebungen bis ans Fundament durchgeführt.

Die Beobachtungen während des Stollenvortriebes in der Einsturzpartie lassen sich wie folgt resümieren:

Das Holz trug keine bedeutenden Druckspuren, war auch nicht abgebrochen. Die Mergelüberlagerung über den eingestürzten Firstschlitzbrettern war überall vorhanden, auf der Südseite niedriger als auf der Nordseite. Die Firstkappen lagen nicht mehr senkrecht zur Tunnelaxe, das linke Ende derselben, im Sinne St. Gallen-Romanshorn, verzeichnete eine Drehung gegen das Südportal, das rechte eine Drehung gegen das Nordportal. In den letzten drei Ringen  $5 + \frac{410}{392}$  lag die eingestürzte Firstkappe rechts der Axe, von Km. 5,392 bis 5,386 etwas links, und von Km. 5,386 bis 5,380 war alles verschoben, die Firstkappen lagen // zur Axe. In den Ringen  $5 + \frac{410}{392}$  lagen die Sohlenstollenständer // zur Axe gegen Norden gestürzt, die Firstschlitzständer // zur Axe gegen Süden. Im zweiten Ring von Süden lagen die Sohlenstollenständer fast senkrecht zur Axe gegen die Axe eingestürzt. In diesem Ringe war man am Fundamentaushub links der Bahn, die Lehrbögen waren gegen Norden gekippt.

Wenn auch die unmittelbare Ursache des Tunnelleinsturzes nicht mit absoluter Sicherheit festgestellt werden konnte, da wohl verschiedene Umstände dabei mitgewirkt haben, so könnte man sich den Vorgang der Katastrophe

wie folgt zusammenstellen: Im Ring  $5 + \frac{392}{386}$  lag die Sohle zu hoch und waren vermutlich die fehlenden Sohlen-schwellen noch nicht durch Längsschwellen ersetzt; beim Ausführen des Fundamentaushubes der Widerlager links der Bahn glitten die Sohlenständer links der Bahn in die Fundamentgrube, der Sohlenstollen senkte sich einseitig, es trat zugleich eine Längsbewegung desselben gegen Norden — mangels genügender Verstrebung und Versperrung in der Tunnelrichtung — ein und kartenhausähnlich fielen die Sohlenstollenrahmen und der Einbau des Sohlenstollens. Dass dabei der seiner Unterstüttung beraubte obere Firstschlitzeinbau in entgegengesetzter Richtung mitgerissen wurde, ist selbstverständlich; aus den gemachten Erhebungen kann die Ursache der Katastrophe mit Sicherheit nicht ermittelt werden. Es ist möglich, dass der Einsturz im nordöstlichen 6 m langen Ring infolge Unvorsichtigkeit beim Auswechseln von Hölzern behufs Weitermauerung verursacht worden ist. Der wahrscheinliche Mangel an Längsverstrebungen, auf den zu schliessen der Zustand des Einbaues der südlichen Anschlussstrecke unmittelbar nach dem Einsturze erlaubte, hat dann bewirkt, dass vier weitere Ringe eingestürzt sind.

Die Bohrung im Tunnel erfolgte durchwegs von Hand, entweder mit Handbohreräten und Spiralbohrern mit scharfen Kanten (rechts und links gewunden) oder in den härteren Partien mit dem gewöhnlichen Schlaggeschirr. Der Tunnelstollen, einschliesslich der ersten Erhöhung, hatte einen Querschnitt von 3,5 auf 3,2 m. Es sind 1152 m auf der Südseite, 548 m auf der Nordseite und 30 m offen ausgeführt worden.

Im ganzen wurde die offene Tunnelausführung, die im Voranschlage nur für die Portale und 11,50 m Tunnelröhre vorgesehen war, auf Verlangen der Unternehmung noch für weitere 40 m gestattet, wobei der Stollen teilweise schon bergmännisch ausgeführt war.

*Ventilation.* Die Luftzufuhr erfolgte auf der Südseite direkt durch das Tunnelportal durch seitlich des Stollens auf der Sohle aufliegende Rohre von 35 cm. Die Luft wurde anfänglich durch einen Sulzer'schen Hochdruckzentrifugalventilator Nr. IV eingeblasen, der durch einen  $2\frac{1}{4}$  PS-Elektromotor (1750 Touren bei 220 Volt Spannung) angetrieben wurde. Bei Beginn des Firstschlitzes genügte dieser Ventilator nicht mehr und wurde durch einen grösseren, Nr. VIII, ersetzt, der im Mittel 120 m<sup>3</sup> Luft in der Minute lieferte und — mit Stromzuleitung vom Kubelwerk und Transformatorstation im Galgentobel — durch einen 50 PS-Motor „Rieter“ (500 Volt) bewegt wurde. Auf der Nordseite, etwa 100 m ob dem Nordportal, wurde in der Tunnelaxe ein Luftschaft von 2,5 bis 2,0 m ausgeführt, durch welchen dann die Luftzufuhr erfolgte. Auch hier wurde ein Sulzer'scher Ventilator Nr. VIII — betrieben durch einen einzylindrigen Benzinmotor „Deutz“ von 14 PS — aufgestellt. Ein systematischer Baufortschritt konnte erst gegen Schluss des Baues eingehalten werden; bei einer Monatsleistung von etwa 100 bis 110 m folgten sich die verschiedenen Ausbruchs- und Mauerungsarbeiten in Entfernungen von etwa 30 bis 35 m.

*Sohlengewölbe.* Anlass zur Ausführung des Sohlengewölbes auf einer Länge von 590 m gab folgende Beobachtung:

Bei der Nische 1030 m vom Südportal zeigte sich am 14. Mai 1910, dass die fertige Dohle und Planie sich um 6 cm gehoben hatten; eine Kontrolle vom 31. Mai 1910 ergab eine Zunahme der Bewegung um 5 cm. Aehnliche Aufpressungen wurden nachträglich an verschiedenen weitem Stellen konstatiert und es fiel auf, dass die grössten Unregelmässigkeiten immer in der Nähe der Nischen waren. Da an diesen Stellen die Fundamente der Nischen nicht auf gleicher Höhe der Tunnelwiderlager ausgeführt waren, konnte das — längs der Widerlager auf Fundamenttiefe sich ansammelnde — Wasser nicht abfliessen, der früher trockene Mergel wurde durchnässt, er löste und blähte sich. Man glaubte mit einer Sickerung auf Fundamenttiefe durch-



zukommen. Als aber ausser den Aufpressungen der Sohle, bei Nachmessung von Bolzen, welche 1 m über Schwellenhöhe eingemauert waren, beobachtet wurde, dass die Widerlager auf einer Strecke bis um 3 cm zusammengingen, konnte man sich nicht der Gefahr aussetzen, eine eventuell notwendig werdende Verspannung derselben erst nach Betriebseröffnung ausführen zu müssen. Daher wurde in der aus dunkeln Mergeln bestehenden Zentralpartie des Tunnels das Sohlengewölbe angeordnet, und zwar auf eine Länge von 590 m. Die Ausführung erfolgte vom 4. Juli 1910 bis 4. September 1910, also in zwei Monaten. In der Strecke, auf welcher das Sohlengewölbe eingebaut wurde, ist die Dohle in die Tunnelachse gelegt worden.

## 2. Mühlestrassen- und Appenzeller-Bahn-Tunnel.

Bei der Lösung der Bahnhoffrage von Herisau <sup>1)</sup> war man vor die Entscheidung gestellt, ob der Teil des Mühlebühls, auf dem die katholische Kirche steht, abgetragen oder ob für die zwei Strassen und die A. B. zwei Tunnels mit anschliessenden Stütz- und Futtermauern zu erstellen seien. Die Vergleichung der Kosten führte zu letzterer Lösung. So entstand das in Tafel 5 ersichtliche Doppel-Tunnelprofil, welches für die A. B. einen 4 m weiten, für die Mühlestrasse einen 8 m weiten Tunnel zeigt. Beide sollten im Tagbau erstellt werden. Die Unternehmer zogen es jedoch vor, die Tunnel bergmännisch (den A. B.-Tunnel mit Firstschlitz, den Strassen-Tunnel belgisch) auszuführen. Hiermit war jedoch eine Erschwerung der Abdichtung des Gewölbes gegen Wasserdurchlässigkeit verbunden. Das durchfahrene Gebirge ist Nagelfluh mit Sandsteinschichten und aufgelagerter sandiger, zum Teil wasserführender Moräne. Um das gefährdeteste Objekt, den Kirchturm, vor dem Einsturze zu bewahren, wurde das Doppelingangsportal gleichsam als Strebepeer direkt beim Kirchturm angenommen und dann im Schachte hergestellt. (Schluss folgt.)

<sup>1)</sup> S. Lageplan des Gemeinschaftsbahnhofs Herisau in Bd. II, S. 291.

## Neuere amerikanische Architektur.

Reiseeindrücke von H. P. Berlage, Architekt in Amsterdam.

(Fortsetzung mit Tafeln 37 bis 40.)

Wright hat auch eine Kirche, eigentlich eine Art kirchliches Vereinshaus, gebaut, ein Bau, der selbstverständlich ebenfalls Zeugnis ablegt von der grossen Eigenart seiner Kunst. Der Kirchenraum bildet ein Viereck, an welches die Sonntagsschule sich anschliesst (Grundriss, Abbildung 4 und Tafel 40). Wright wirkt auch hier mit demselben Gegensatz wie bei seinen Landhäusern, indem er eine hochgestellte Fensterreihe anbringt, welche mit dem geschlossenen Unterbau in diesem Falle zu demselben Raum gehören. Das flache Dach springt weit vor und wirft einen prächtig dekorativ wirkenden Schatten. Die Plastik des Baues ist grossartig und wirkt wie die eines ägyptischen Tempels. Es wurde mir erzählt, dass der Kirchenvorstand sich diesem Bau aufs äusserste widersetzt habe. Ich konnte dieses begreifen, da ein solcher Vorstand wie bei der Kirche Sullivans wohl eine andere Vorstellung von einer protestantischen Kirche hatte. <sup>1)</sup> Das Meisterwerk Wrights, wurde mir gesagt, wäre aber das Geschäftsgebäude der Larkin-fabrik in Buffalo (Tafel 37 bis 39). Ich bekam es zu sehen, und ich muss gestehen, dass damit nicht zuviel gesagt ist. Das Gebäude umfasst nur einen einzigen Raum, indem nach modernen amerikanischen Begriffen ein Kontor nicht in verschiedene Räume getrennt werden soll. Der Chef arbeitet mit seinem Personal an demselben Tisch und kann von dort den ganzen gewaltigen Raum mit den verschiedenen offen gehaltenen Stockwerken, welche wie Galerien die

<sup>1)</sup> Näheres über diesen interessanten Bau und den Geist seiner Architektur enthält eine mit Bildern, Plänen und Zahlenangaben versehene kleine Denkschrift: «The new edifice of Unity Church, Oak Park, Illinois, Frank Lloyd Wright, Architekt.» Descriptive and historical matter by Dr. Rodney F. Johnson, Pastor. Published by the New Unity Church Club, June 1906. Red.

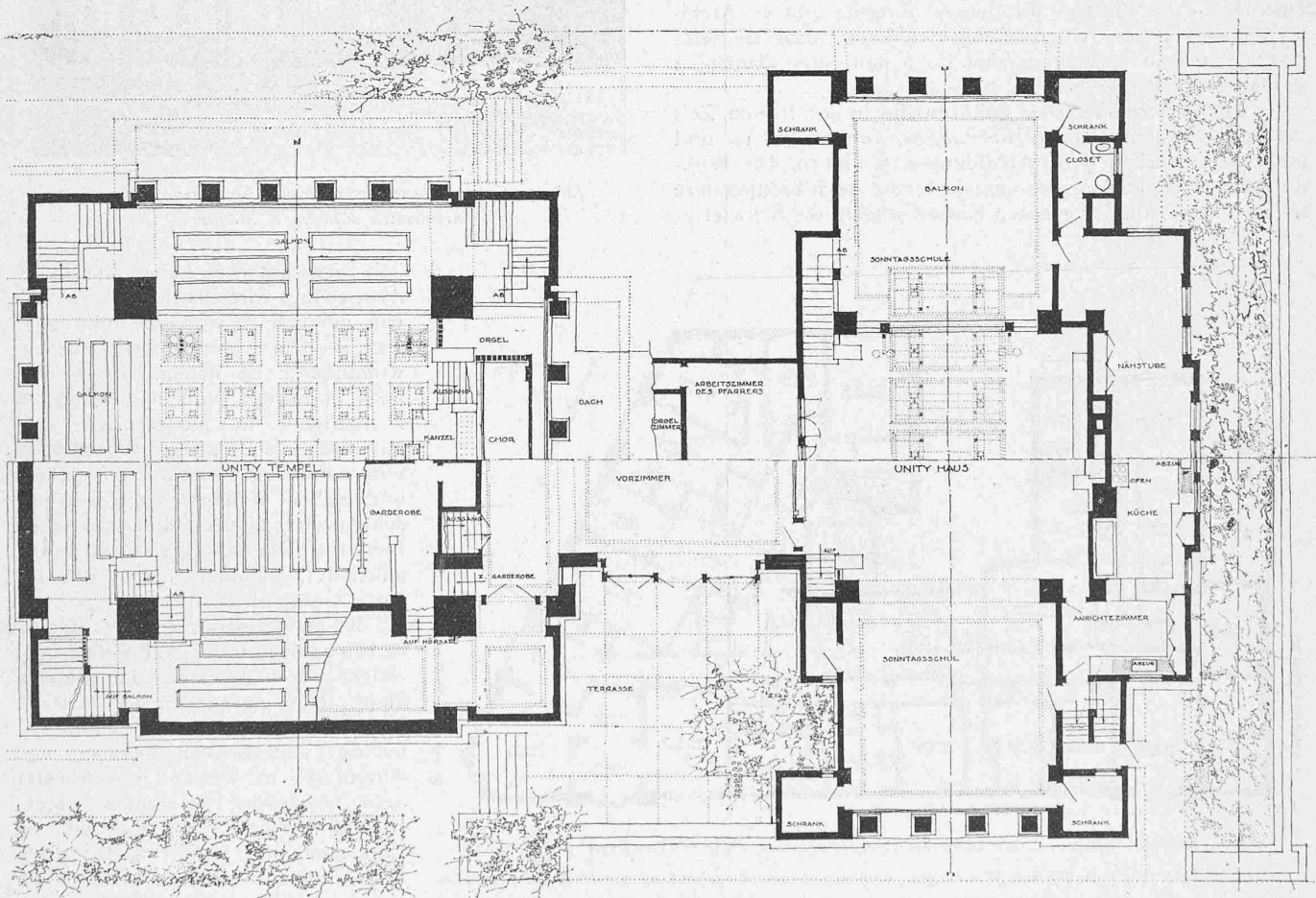


Abb. 4. Grundriss vom Untergeschoss, Haupt- und Obergeschoss des «Unity Temple» in Oak Park, Ill. — Masstab etwa 1 : 250.