Die Eisenbahn-Tunnel der Schweiz von mehr als 2000 m Länge

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 22

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-33114

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Die Eisenbahn-Tunnel der Schweiz von mehr als 2000 *m* Länge. — Wettbewerb Technikums-Erweiterung Biel. — Ueber die Bestimmungen der Ortskurven in der graphischen Wechselstromtechnik. — Miscellanea: Der Basler Rheinhafen in Kleinhüningen. Wiederaufbau in Frankreich. Die Kathedrale in Reims. Drehstrom-Generatoren von 60 000 *kVA*. Schweizerische Gesellschaft zur Erhaltung historischer Monumente. Eidg. Technische Hochschule. Gaswerk Bern. — Konkurrenzen: Evangelische Kirche am Thiersteinerterrain in Basel. Parlamentsgebäude für die australische Hauptstadt. — Korrespondenz: „Ueber mechanische Lüftung". Die Lokomotiven der Furkabahn. — Nekrologie: A. Chiodera. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.

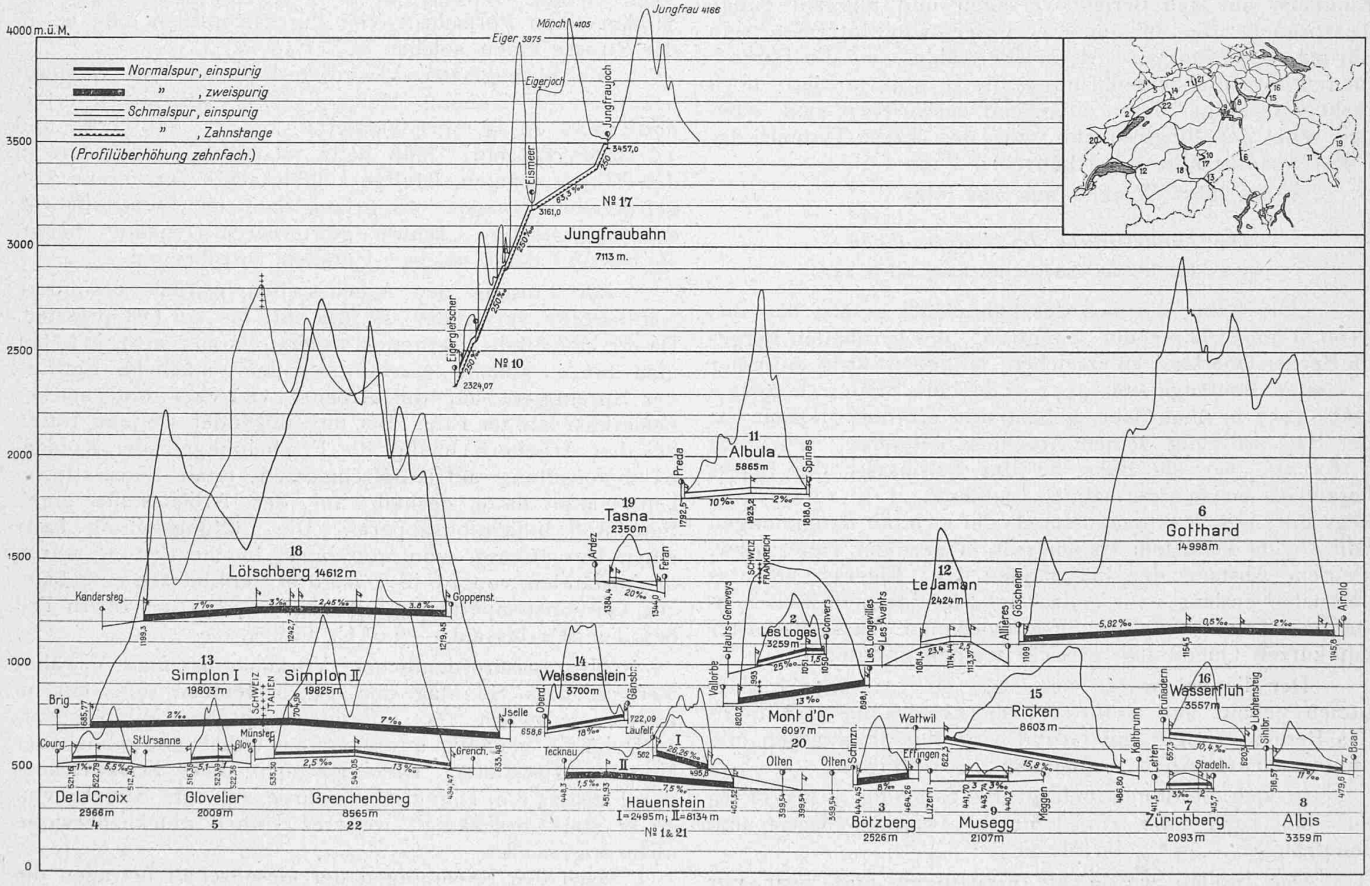
Band 68. **Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.** **Nr. 22.**

Die Eisenbahn-Tunnel der Schweiz von mehr als 2000 *m* Länge.

Anlässlich des Internat. Ingenieur-Kongresses in San Francisco 1915 hat Ing. *R. Winkler*, Direktor der technischen Abteilung des Schweiz. Eisenbahndepartements in Bern, einen Bericht erstattet über „Die Eisenbahn-Tunnel der Schweiz 1905 bis 1915."[1]) Dieser Bericht enthält in seinem Hauptteil technisch-statistische Angaben über den Bau unserer 1905 bis 1915 ausgeführten grössern Tunnel (Nr. 13 bis 22 in untenstehender Tabelle) in Form kurzer Baugeschichten, die alles Wissenswerte enthalten, was man bisher an mancherlei Orten in der Literatur zusammensuchen musste. Ein kurzes, vorausgeschicktes Kapitel zählt die ältern Bauwerke auf (Tabelle: Nr. 1 bis 12), und gibt Aufschluss über die Entwicklung des schweizerischen Eisenbahnbaues überhaupt. Ein weiterer Abschnitt „Allgemeines" enthält das Wesentliche über die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen, Bemerkungen zu den „Schlussfolgerungen" des Internationalen Eisenbahnkongresses in Bern 1910 und endlich Angaben über Organisation und Baukosten.

Der Verfasser hat uns in freundlicher Weise das deutsche Manuskript seines in englischer Sprache gedruckten Berichtes zur Verfügung gestellt, und wir benützen gerne die Gelegenheit, durch Abdruck einiger

[1]) Transactions of the Internat. Engineering Congress 1915, Paper Nr. 85: «The Railway Tunnels of Switzerland, 1905/1915».



Vergleichende Zusammenstellung der schweizerischen Eisenbahn-Tunnel von mehr als 2000 *m* Länge.

Nr.	Name des Tunnels	Eröffnung	Spur	Beschreibung in Bauztg.	Nr.	Name des Tunnels	Eröffnung	Spur	Beschreibg. in Bauztg.	Baukosten Fr./*m*
1	Hauenstein-Tunnel	1. Mai 1858	2 N	—	13	Simplon-Tunnel I	1. Juni 1906	1 N	1901/02, 1906	2954[5])
2	Des Loges-Tunnel	15. Juli 1860	1 N	—	14	Weissenstein-Tunnel	1. Aug. 1908	1 N	1911	998
3	Bötzberg-Tunnel	2. Aug. 1875	2 N	—	15	Ricken-Tunnel	1. Okt. 1910	1 N	1912	1495
4	De la Croix-Tunnel	30. März 1877	1 N	—	16	Wasserfluh-Tunnel	3. Okt. 1910	1 N	1912	784
5	Glovelier-Tunnel	30. März 1877	1 N	—	17	Jungfraujoch-Tunnel[6])	31. Juli 1912	1 S	s. S. 248	1135
6	Gotthard-Tunnel	1. Januar 1882	2 N	1882[1])	18	Lötschberg-Tunnel	15. Juli 1913	2 N	1910	3427
7	Zürichberg-Tunnel	1. Aug. 1894	1 N	1890/92	19	Tasna-Tunnel	15. Juli 1913	1 S	s. S. 249	680
8	Albis-Tunnel	1. Juni 1897	1 N	1898	20	Mont d'Or-Tunnel	16. Mai 1915	2 N	1912	3443
9	Musegg-Tunnel	1. Juni 1897	1 N	—	22	Grenchenberg-Tunnel	1. Okt. 1915	1 N	1912	2043
10	Eigerwand-Tunnel[2])	18. Juni 1903	1 S	1897	21	Hauenstein-Basistunnel	1. Januar 1916	2 N	1911	2282
11	Albula-Tunnel[3])	1. Juli 1903	1 S	1898		Noch im Bau:				
12	Jaman-Tunnel[4])	1. Okt. 1903	1 S	—	—	Simplon-Tunnel II	(1918)	1 N	1914/15	1386[7])

[1]) Beschreibung in „Die Eisenbahn", Baukosten 3907 Fr./*m*. — [2]) Teilstrecke der Jungfraubahn: bis Rotstock 672 *m*, eröffnet 2. August 1899; bis Eigerwand 2182 *m*. — [3]) Baukosten 1200 Fr./*m*. — [4]) Montreux-Berner-Oberlandbahn. — [5]) Einschl. Richtstollen für Tunnel II. — [6]) Fortsetzung von Nr. 10: bis Eismeer 3478 *m*, eröffnet 25. Juli 1905; bis Jungfraujoch total 7113 *m*. — [7]) Ohne Richtstollen. — *Anmerkung*: Als „Baukosten" sind jeweils die Unterbaukosten in Fr./*m* angegeben, also ohne Beschotterung, Geleise, Signale u. drgl. — N bedeutet Normalspur, S Schmalspur (Meterspur).

Stellen unsern Lesern einen Eindruck zu vermitteln von dem Charakter seiner verdienstlichen Arbeit. Als Einleitung dazu geben wir (in verkleinertem Masstab) die dem Bericht beigefügte Uebersicht der Längenprofile der Tunnel von über 2000 *m* Länge wieder; in der darunter befindlichen Tabelle haben wir aus den Tabellen des Berichtes einige Hauptdaten zusammengestellt und durch kurzen Hinweis auf die bezüglichen Veröffentlichungen in unserm Blatt ergänzt. Wir bemerken noch, dass Winkler seinen Bericht durch sehr reichhaltige Literaturangaben über die behandelten Bauwerke vervollständigt hat.

Die Bedeutung der schweizerischen Alpentunnel und Bahnen für den internationalen Weltverkehr kennzeichne die in der Oeffentlichkeit wohl wenig bekannte Mitteilung Winklers, dass (in normalen Zeiten) z. B. die Post aus Buenos Ayres und andern südamerikanischen Hafenplätzen nach New-York durch den *Gotthard* geführt wird! — In Betrieb und im Bau waren am 1. Januar 1915 auf den schweizerischen Eisenbahnen 4639 Brücken von mehr als 2 *m* Lichtweite (Gesamtlänge 72,845 *km*) und 627 Tunnel mit 281,628 *km* Gesamtlänge. — Wir müssen uns leider mit Rücksicht auf unsere Raumverhältnisse ein weiteres Eingehen auf den Bericht versagen und uns auf einige Textproben, die für unsere Leser von Interesse sein dürften, beschränken. Als solche wählen wir die Darstellungen über die beiden Tunnel, die in unserm Blatte noch nicht vollständig, bezw. eingehend beschrieben sind, nämlich jene der Jungfraubahn und des Tasna-Tunnels der Unterengadinerlinie der Rhätischen Bahn.

Hierzu führt Winkler aus was folgt:

Die Tunnelstrecke der Jungfraubahn.[1])

(Nr. 10 und 17 der Zusammenstellung auf S. 247.)

„Die Bahn, die sich das kühne Ziel gesetzt hat, den 4166 *m* hohen Gipfel der „Jungfrau", des berühmten Berges im Berner Oberland zu erreichen, ist gegenwärtig mit einer gesamten Baulänge von 9474 *m* bis zur Station Jungfraujoch, 3457 *m* über Meer, gebaut und eröffnet. Damit hat der Bau vorläufig seinen Abschluss gefunden. Von Km. 2,163 ab, wo die Bahn an das Felsmassiv des Eigers herantritt, bis zum dermaligen Endpunkt, d. h. auf 7113 *m*, liegt die Linie in einem Tunnel, der sich mit Krümmungen von 167 *m* kleinstem Halbmesser in geringer Tiefe, bezw. kleinem Abstand den Felswänden des „Eigers" und des „Mönchs" entlang zieht, sodass auf den einzelnen Zwischenstationen die im Felsen ausgebrochenen Aussichtsfenster mit kurzen Querstollen erreicht werden konnten.

Der Tunnel wurde von 1897 bis 1912 in vier Sektionen gebaut und eröffnet. Die Absteckung im Innern des Berges erfolgte auf Grund von topographischen und photogrammetrischen Aufnahmen des Gebirges.

In den Stationen beträgt die Steigung 3 bis 11 %, auf einer rund 3 *km* langen Strecke zwischen Eismeer und Jungfraujoch 6,33 %, im übrigen 25 %.

Der Stollen wurde als Firststollen und zwar nur von der untern Seite her vorgetrieben. Er wurde sofort auf die ganze Breite der Kalotte ausgeweitet und es folgte ihm der Abbau der Strosse auf dem Fusse. Der Tunnel liegt auf seiner ganzen Länge in ausserordentlich standfestem Gebirge, die untern 5 *km* im Alpenkalk, der oberste Teil im Gneis. Es konnte daher sowohl auf Auszimmerung des Stollens als auf Ausmauerung des fertigen Tunnels verzichtet werden.

Das theoretische Ausbruchprofil misst, bei einer Breite von 3,700 *m* und einer Höhe von 4,050 *m* über Schwellen-Oberkante und 0,30 *m* Tiefe des Schotterbettes 14,6 m^2.

Allerdings ist der wirklich vorhandene Querschnitt infolge der namentlich in den ersten Jahren in grösserem Umfange notwendig gewordenen Felsabräumungen bedeutend grösser als das theoretische Profil.

Auch die von Km. 2,2 bis 3,8 seitlich in Kämpferhöhe ausgesprengte zur Aufnahme der Hochspannungsleitung bestimmte Nische von 0,700/0,850 *m* bröckelt langsam ab, sodass die blanke, 7000 *V* Spannung führende Leitung in kurzer Zeit durch Kabel wird ersetzt werden müssen.

Die Bohrung erfolgte bis zur Station Eismeer durch elektrische Bohrmaschinen, zuerst durch solche der Union Elektrizitätsgesellschaft Berlin nach System Marvin und dann durch Kurbelstossbohrmaschinen von Siemens & Halske. Von den letztern sollen zwei Maschinen so viel geleistet haben, wie vier vom System Marvin. Dabei benötigte eine Siemens & Halske-Maschine nur 1,5 *PS*, eine Union-Maschine aber 5 *PS*; dagegen waren die Reparaturkosten der erstern um 100 % höher als die der letztern. Von der Station Eismeer ab kamen Druckluftbohrmaschinen System Ingersoll, vereinzelt vom Jahre 1910 ab auch Bohrhämmer, System Flottmann, zur Verwendung. Dem Einfrieren der Druckluftleitung wurde durch Einbau eines Kondenswasser-Kessels abgeholfen.

Der Fortschritt im Stollen stieg im Monatsmittel bis auf 115,2 *m*, in der Strosse bis auf 115,00 m; die höchste Tagesleistung betrug 4,80 *m*. Eine Attacke ergab im Stollen einen Fortschritt von durchschnittlich 0,85 *m*, in der Strosse einen solchen von 1,40 *m*.

Als Sprengmaterial wurden Dynamit und Westfalit benützt. Der laufende Meter Tunnel Vollausbruch erforderte rund 40 *kg* Sprengmaterial, 65 *m* Zündschnur und 35 Sprengkapseln. Man hatte im Anfang, besonders in den Wintermonaten, häufige Unglücksfälle herrührend von gefrorenem Dynamit. Es gelang dann der Dynamitfabrik, eine Spezialmarke „schwer gefrierbarer Dynamit" herzustellen und damit solchen Unfällen vorzubeugen.

Zur Lüftung der Arbeitsstellen wurden besondere Ventilatoren verwendet, die die Luft bis vor Ort pressten. Da die Höhenluft bekanntlich sauerstoffärmer wird, je höher man hinauf kommt, machte sich der schädliche Einfluss der Sprenggase auf die Arbeiter viel eher und stärker bemerkbar als im Tale. Bei ungenügender Lüftung traten bei den Arbeitern häufig die Erscheinungen der Kohlenoxyd-Vergiftung auf (Kopfschmerzen, totale Bewusstlosigkeit). Man hatte deshalb auf der Arbeitsstelle einen Sauerstoff-Inhalationsapparat. Die Lüftungsleitung hatte einen Durchmesser von 400 *mm*. In die Leitung waren in Abständen von rd. je 1 *km* drei Ventilatoren eingebaut. Die Gesteinstemperatur ging von + 7 ° C. im obern Teil des Tunnels bis auf — 3,0 ° C. zurück.

Als ausserordentliches Vorkommnis mag erwähnt werden, dass Sonntag den 15. November 1908 der im Lagerraum bei Km. 3,600 untergebrachte ganze Winterbedarf an Dynamit, beiläufig 25000 *kg*, aus unbekannt gebliebener Ursache explodierte. Die etwa 20 *m* dicke Felszwischenwand gegen die Tunnelröhre wurde auf eine Strecke von 40 *m* stark beschädigt, weiteres Unheil glücklicherweise nicht angerichtet.

Nach den Rechnungen der Gesellschaft betragen die Kosten des Tunnels, ohne die seitlichen Ausweitungen für die Stationen:

Für die Strecke:	Länge	Meereshöhe *m*	Fr.	für den *m* Tunnel
Scheidegg-Rotstock	672 + 87[1]) = 759	2100 bis 2500	466559	614
Rotstock-Eigerwand	1510	2500 bis 2900	995030	659
Eigerwand-Eismeer	1296	2900 bis 3200	1286480	993
Eismeer-Jungfraujoch	3635	3200 bis 3500	4126204	1135
Zusammen	7200	2100 bis 3500	6874273	955

Trotz der im Laufe der Jahre gemachten Erfahrungen und der im Baubetrieb eingeführten Verbesserungen zeigt sich eine gewaltige Steigerung des Einheitspreises des Tunnels von der Stufe 2100 bis 2500 *m* zu 3200 bis 3500 *m* ü. M. Schwierigere Arbeits-, Transport- und Gesteinsverhältnisse werden als Hauptursachen des auffallenden Unterschiedes angegeben.

[1]) Vergl. in Band XXIX (April 1897) die Aufsätze von *E. Strub* (S. 97) und von *F. Hennings* (S. 106). *Red.*

[1]) Kleiner Tunnel zwischen Scheidegg und Eigergletscher.

Der Tasna-Tunnel der Rh. B.

(Nr. 19 der Zusammenstellung auf Seite 247.)

Der 2350 *m* lange Tasna-Tunnel liegt im Zuge der Unterengadiner Linie Bevers-Schuls[1]) der schmalspurigen Rhätischen Bahn zwischen den Stationen Ardez und Fetan. Er ist ein Lehnentunnel, bedingt durch ein ausgedehntes Rutschgebiet zwischen Val Tasna und Val Püzza, Seitenschluchten des Inntales. Der Tunnel sticht im Val Tasna in der Nordrichtung in den Abhang, um möglichst rasch in festes Gestein zu kommen, biegt in einem Bogen von 200 *m* Halbmesser gegen Osten um, und verläuft sodann auf 2118 *m* geradlinig bis zum östlichen Ausgang im Val Püzza.

Im Längenprofil zeigt der Tunnel vom Eingang Seite Ardez her auf 300 *m* Länge eine Steigung von 2 ‰ bis zu dem auf 1385 *m* ü. M. gelegenen Scheitelpunkte, worauf ein Gefälle von 20 ‰ bis zum Portal Seite Fetan folgt. Die Höchststeigung auf der offenen Linie beträgt 25 ‰.

Die Absteckung der Axe erfolgte durch ein die beiden Tunneleingänge verbindendes Dreiecknetz, dessen Längen aus einer bei Tarasp im Inntal gemessenen Basis abgeleitet wurden.

Der Tunnel liegt auf etwa 300 *m* in granitischem Trümmergestein, dann auf eine kurze Strecke im Serpentin und in seiner grössten Länge im Bündnerschiefer, der von Gipsschichten durchsetzt ist. Mit Rücksicht auf die geringe Festigkeit des Gesteins und der Ersparnis halber kam ausschliesslich Handbohrung zur Anwendung. Demgemäss beschränkten sich die Installationen auf die allernotwendigsten Baracken und Magazine. Eine elektrisch betriebene Seilbahn verband den am Ausgang eines Seitenstollens gelegenen Hauptinstallationsplatz mit der etwa 100 *m* tiefer gelegenen Talstrasse. Auf jeder Seite besorgte ein Ventilator die Lufterneuerung im Tunnel.

Im Dezember 1908 begannen die Bohrarbeiten auf Seite Fetan, erst ein Jahr später auf Seite Ardez.

Der Baubetrieb war folgender:

Vom Tunneleingang (Seite Ardez) bis Km. 1,150 *belgisches System,* d. h. Firststollen, Kalottenausbruch, Gewölbemauerung, Sohlenschlitz, Vollausbruch und Widerlagermauerung; für die untere Hälfte *Vollausbruchsystem*, d. h. Sohlenstollen, Firstschlitz, Kalottenausbruch, Strossenabbau, Widerlager und Gewölbemauerung.

Der Stollen hatte durchschnittlich 2,2 *m* Höhe und 2,5 *m* Breite, also 5,5 m^2 Querschnitt und musste ungefähr auf die Hälfte der Länge eingebaut werden. Der Tunnel ist vollständig mit Bruchsteinmauerwerk in Portlandzement mörtel ausgekleidet und zwar auf etwa 1500 *m* Länge mit dem z. T. bis auf 1 *m* Dicke verstärkten Druckprofil.

In der Nacht vom 16./17. Juni 1910 hatte sich bei Km. 0,200 von Portal Ardez ein mit starkem Wasserzutritt verbundener Stolleneinbruch ereignet, in dessen Folge der Stollenvortrieb auf dieser Seite während vollen sieben Monaten gänzlich eingestellt und der Stollendurchschlag um mindestens drei Monate verzögert worden ist.

Der Durchschlag fand unter sehr guter Uebereinstimmung der Axen am 7. Juli 1912 statt; die Mauerung wurde Ende April 1913 vollendet. Es entspricht dies einem mittleren Tagesfortschritt von 1,84 *m* im Richtstollen und 1,50 *m* im fertigen Tunnel.

Die Zahl der verwendeten Tagschichten beträgt 257 109. An Sprengmaterial wurden verwendet: Für den Stollen Dynamit (Sprenggelatine) 26 700 *kg*; für die Ausweitung Westfalit, Telsit und Cheddit 30 600 *kg;* dazu 8 142 000 Zündkapseln und 185 000 *m* Zündschnüre.

Es entfallen somit	Sprengmaterial	Zündkapseln	Zündschnüre
auf den lauf. *m* Tunnel	24,4 *kg*	3465 Stück	78 *m*
auf den m^3 Ausbruch	0,8 *kg*	115 Stück	2,5 *m*

Unfälle mit tötlichem Ausgang sind 7 zu verzeichnen.

Unter Vorbehalt der endgültigen Abrechnung soll der Tunnel im Unterbau 1 592 000 Fr,. der Meter also rund 680 Fr. kosten." —

[1]) Vergl. Uebersichtskarte und Längenprofil der Linie Bevers-Schuls Band LIX, S. 241 (4. Mai 1912). *Red.*

Gestützt auf die in den Einzelbeschreibungen der Bauausführung der Tunnel 1905 bis 1915 (Tabelle Nr. 13 bis 22) äussert sich Winkler zu den *„Schlussfolgerungen" des Internat. Eisenbahnkongresses in Bern 1910*[1]) in folgenden ergänzenden Bemerkungen:

„Zu 1. Zugunsten des Doppeltunnels statt der zweispurigen Ausführung haben sich hervorragende Fachmänner ausgesprochen, und es war ohne Zweifel jene Bauart für die glückliche Vollendung des Simplontunnels ausschlaggebend. Trotzdem ist das System für keinen der im letzten Jahrzehnt neu begonnenen längern Tunnel gewählt worden. Vom Betriebsstandpunkt aus ist eben dem zweispurigen Tunnel der Vorzug vor zwei einspurigen Röhren zu geben.

Die Anwendung des Firstschlitzes hat sich auch bei den neuen Ausführungen als vorteilhaft gezeigt und ist angewendet worden, wo immer die Natur des Gesteins es erlaubte.

Das doppelspurige Tunnelprofil mit 8,00 *m* grösster Breite wie es Gotthard und Lötschberg aufweisen, bietet bei elektrisch zu betreibenden Bahnen Schwierigkeiten für den zweckmässigen Bau der Leitungen und der Stromabnehmer. Es sollte die grösste Breite nicht unter 8,40 *m* gewählt werden.

Bei der Formgebung der Mauerungsprofile sind die neuen Erfahrungen und Anschauungen über Gebirgsdruck und Stabilität des Tunnelmauerwerks gebührend zu berücksichtigen.

Zu 2. Trotz mancher unbestrittenen guten Eigenschaft ist die Brandt'sche hydraulische Bohrmaschine seit dem Simplontunnel nicht mehr angewendet worden. Die erstaunlichen Fortschritte im Stollen am Lötschberg und am Hauenstein sind mit Pressluftbohrmaschinen und -Hämmern erzielt worden und zwar sowohl im Granit und Gneis als in Kalken von verschiedener Härte. Die Bohrhämmer eignen sich namentlich auch für Bohrbetrieb auf allen Baustellen ausserhalb des Stollens. Auch die elektrische Bohrung wurde an der Jungfraubahn durch die pneumatische ersetzt, weil die verwendete Druckluft zur Lüftung mithalf und weil die Pressluftbohrmaschinen weniger Reparaturen verursachten als die elektrischen.

Zu 3. Für die Förderung im Innern der Tunnels wurden bei den neuen Bauten vorzugsweise Druckluft-Lokomotiven verwendet.

Zu 4. Die wichtige Frage der Abkürzung der Schutterungszeit hat für alle Fälle, in denen beim Vortrieb die Anwendung von Bohrhämmern möglich ist, an Bedeutung verloren, indem vor Wiederansetzung der von Hand geführten Hämmer die Entfernung des sämtlichen gelösten Gesteins nicht abgewartet werden muss.

Zu 5. Weder der von Ingenieur Chiapuzzi vorgeschlagene Seitenstollen noch der vom Eisenbahnkongress empfohlene Unterstollen[2]) ist bei einem schweizerischen Tunnel zur Ausführung gelangt. Die Tunlichkeit dieser Anordnung ist ernsthaft bestritten. Die vorübergehende Abtrennung eines etwa 6 m^2 messenden Teiles des fertigen Tunnelprofils durch eine leichte, dichte Wand und Verwendung des so entstehenden Kanals zur Zufuhr der Frischluft stellt ein einfaches und wirksames Mittel zur Lüftung während des Baues dar. Wenn diese Anordnung am Lötschberg nicht ganz befriedigende Luftverhältnisse auf den verschiedenen Baustellen im Tunnel zu schaffen vermochte, so liegt das nicht sowohl im System, als in dem Umstande, dass dort die Ausmauerung sehr weit hinter dem Vortrieb zurückgeblieben war und dass die Haupt- und Zwischenventilatoren während längerer Zeit ungenügende Leistungsfähigkeit aufwiesen.

[1]) Wortlaut dieser „Schlussfolgerungen" zu *Frage IV betr. Bau, Lüftung und Betrieb langer Eisenbahntunnel*, siehe Band LVI, Seite 113 (27. August 1910).

[2]) Vergl. Vorschlag *F. Hennings* in Bd. XLVII, S. 290 (16. Juni 1906) und anschliessende Kontroverse in Bd. XLVIII von *J. C. Wagner, R. Weber, F. Rothpletz* und *K. Brandau* (Juli/September 1906). *Red.*

Tunnel	Geleise	Länge *m*	Baujahre	Mittl. Fortschritte auf den Tag der Bauzeit im Stollen *m*	im Tunnel *m*	Mittlere Schichtenzahl auf den Tag der Bauzeit	Tötliche Unfälle im Ganzen	auf den *km*	Kosten des Unterbaues im Ganzen	auf den *m*
Gotthard	2	14 998	1872 bis 1881	5,47	4,45	2480	177	11,8	58 543 154	3907
Simplon-Tunnel I . . .	1	19 803	1898 » 1905	8,25	7,51	2676	51	2,57	58 500 000	2954[1])
Ricken	1	8 603	1904 » 1910	5,39	3,53	617	17	1,97	12 867 000	1495
Lötschberg	2	14 612	1906 » 1912	8,98	7,30	2467	64	4,38	50 071 000	3427
Grenchenberg	1	8 578	1911 » 1915	7,90	6,28	984	9	1,05	16 974 073	1979
Hauenstein-Basistunnel .	2	8 134	1912 » 1915	9,35	7,12	1086	9	1,15	19 850 000[2])	2440

[1]) einschliesslich Sohlenstollen II. [2]) ohne den Lüftungsschacht bei Zeglingen (175 000 Fr.).

Zu 6. Das in Italien und Oesterreich mehrfach, in den U. S. A. z. B. am Alleghani-Tunnel der Virginiabahn angewandte Lüftungssystem „Saccardo" hat den Vorteil, das Tunnelprofil von irgend welcher festen Einrichtung freizulassen. Es bedingt aber einen sehr grossen Kraftaufwand und entsprechend hohe Betriebskosten. Es ist daher in der Schweiz seit dessen Einrichtung am Gotthardtunnel nicht mehr zur Anwendung gekommen, sondern am Simplon-, Lötschberg- und Grenchenberg-Tunnel durch das, wenn auch nicht einfachere, so doch im Betriebe bedeutend billigere System Sulzer-Locher, mit beweglichem Vorhang ersetzt worden. Einfach und billig für den Betrieb ist der nach dem Vorbild des Severn-Tunnels der englischen Great Western Ry am Hauenstein-Basistunnel erstellte Luftschacht, mit oder ohne Ventilatoren. Leider ist seine Anwendung an besonders günstige topographische Verhältnisse des überlagernden Geländes gebunden.

Was die Abnützung des eisernen Oberbaues anbetrifft, so haben Beobachtungen am Simplon-, Gotthard- und alten Hauenstein-Tunnel gezeigt, dass weder elektrolytische Wirkungen noch eine bestimmte chemische Zusammensetzung des Tropfwassers, insbesondere etwa sein Gehalt an Sulfaten oder Chloriden, für den mehr oder weniger grossen Verschleiss des Oberbaues ausschlaggebend sind. Dagegen wird die namentlich an nassen Stellen rasch fortschreitende Abnützung von Schienen und Befestigungsmitteln in hohem Masse durch die *warme* Tunnelluft begünstigt. Bei tiefliegenden Tunneln sind daher sorgfältige Entwässerung und Abdichtung der Gewölbe und reichliche Lüftung unbedingte Erfordernisse für einen sparsamen und betriebssichern Geleiseunterhalt."

*

Diesen Textproben aus Winklers Bericht mögen noch seine Schlussbetrachtungen folgen:

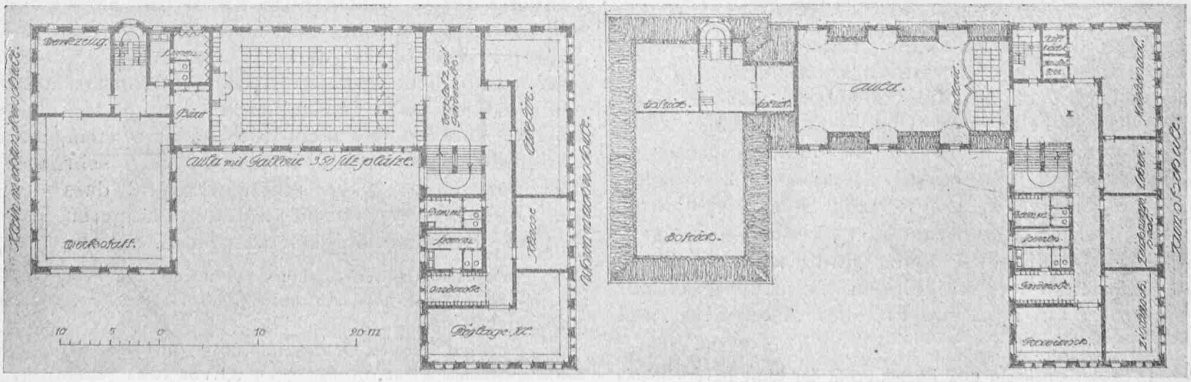
Organisation und Baukosten.

„Die im letzten Jahrzehnt gebauten Tunnel weisen eine bedeutende Steigerung der mittleren Tagesfortschritte sowohl im Stollenvortrieb als in der Mauerung auf. Neben der Verbesserung der maschinellen Anlagen und der Baumethoden ist dabei die Vervollkommnung der Organisation des ganzen Baubetriebes wesentlich beteiligt. Man darf wohl sagen, dass in dieser Beziehung die vom verstorbenen Oberst Ed. Locher beim Bau des Simplontunnels getroffenen Anordnungen vorbildlich waren. Die möglichen Schwierigkeiten nicht verkennen und nichts, das sich voraussehen lässt, dem Zufall anheimstellen, diese Grundsätze jeder guten Organisation verbürgen den Erfolg auch im Tunnellbau. Bei diesem verlangt ihre Durchführung hauptsächlich:

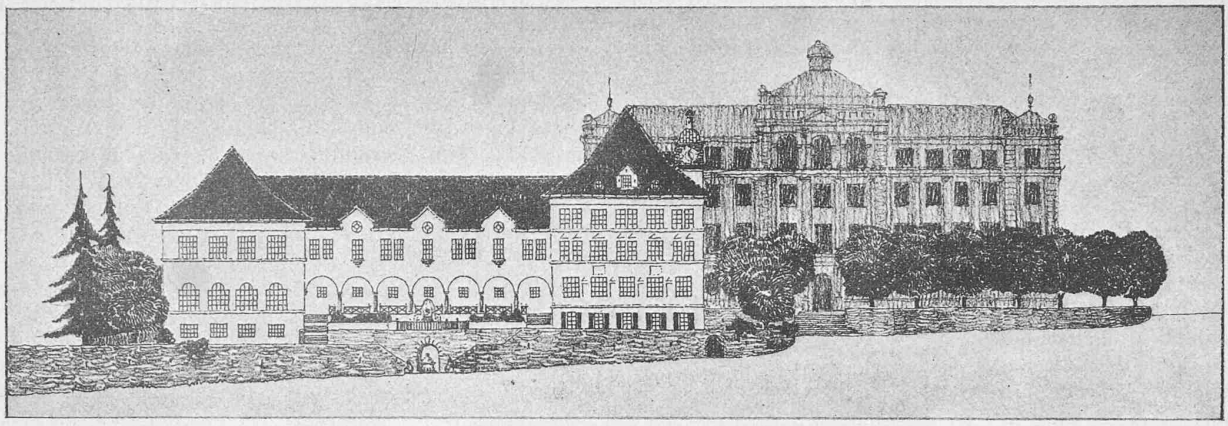
1. Sorfältige Vorbereitung aller Arbeiten, auch in geologischer und geodätischer Beziehung;
2. reichliche Bemessung der äussern Anlagen, inbesondere der Einrichtungen für Bohrung, Lüftung und, wenn nötig, Kühlung;
3. straffe Disziplin in der Verwendung der Sprengmittel;
4. grösste Ordnung in der Ausführung der Transporte in den Tunnel und aus demselben;
5. peinliche Vorsicht im Arbeitsbetrieb beim Antreffen von drückendem oder wasserführendem Gebirge;
6. möglichste Vermeidung verlorener Zeiten zwischen den verschiedenen Arbeitsgattungen;
7. weitgehende Fürsorge für die Gesundheit und die Wohlfahrt der Arbeiterschaft;
8. scharfe Ueberwachung der Arbeit im Ganzen und in den einzelnen Teilen;
9. Auswahl der tüchtigsten Leute für die Leitung der verschiedenen Arbeiten und schonungslose Beseitigung ungeeigneter Persönlichkeiten;
10. Benützung je der neuesten Fortschritte der Wissenschaft und der Technik auf allen Gebieten der Ingenieurbaukunst.

Die eine und die andere dieser Regeln hat der verstorbene F. W. Taylor seiner epochemachenden „wissenschaftlichen Betriebsführung" zugrunde gelegt und es besteht kein Zweifel, dass die bewusste und konsequente Anwendung des Taylor'schen Systems beim Tunnelbau in manchen Fällen weitere Entwicklungsmöglichkeiten bieten dürfte.

Die Berücksichtigung obiger Forderungen äussert ihre Wirkung nicht nur in der Verkürzung der Bauzeit und der Herabsetzung der Erstellungskosten, sondern auch in



Wettbewerb für die Technikums-Erweiterung in Biel. — I. Preis, Entwurf Nr. 13. — Grundrisse vom I. Stock und vom Dachstock. — 1 : 700.



I. Preis. Entwurf Nr. 13. — Architekten *Gebr. Louis* in Bern. — Südansicht der Erweiterung (und des alten Technikums). — Masstab 1 : 700.

der Verminderung der Opfer an Menschenleben, die leider auch bei jedem grossen Werke des Friedens unvermeidlich sind. Die Zusammenstellung auf Seite 250, links nebenan, gibt die charakteristischen Vergleichszahlen für einige der grössern schweizerischen Tunnel.

Was die Baukosten anbetrifft, so sind sie — abgesehen von Zufälligkeiten, wie Wassereinbrüche, Druckstrecken u. drgl. — in hohem Masse von den Arbeitslöhnen abhängig. Diese sind in den letzten Jahrzehnten stets gestiegen, wie die Tabelle rechts nebenan zeigt.

Löhne für achtstündige Tagschicht	Am Gotthard 1880	Am Simplon I 1901	Am Lötschberg 1910	Am Hauenstein 1913/1914
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
An Mineure	4,40 bis 4,80	5,50 } im Mittel	5,— } im Mittel	6,10
» Zimmerleute	5,20 bis 5,60	5,50	5,80	6,50
» Schlepper	3,40 bis 3,80	4,20	4,50	5,10
» Maurer	5,20 bis 5,75	5,15	6,20	6,70

Wenn die Kosten der fertigen Tunnel nicht im gleichen Verhältnis gestiegen sind, so hängt das mit den vorerwähnten Verbesserungen im Baubetrieb zusammen, durch die die Bauzinse und Kosten der allgemeinen Verwaltung vermindert wurden.

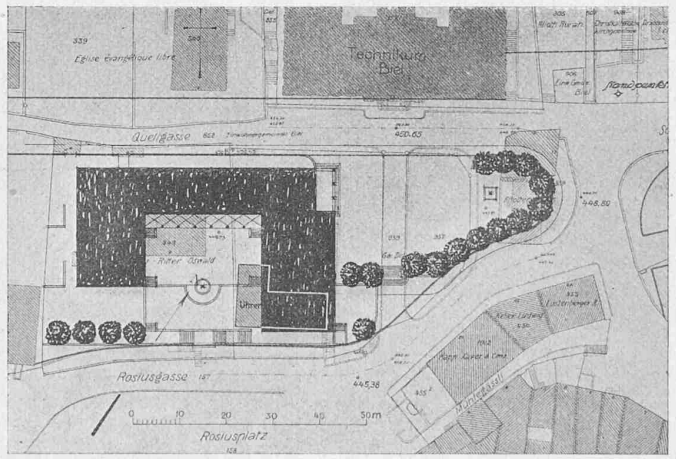
Im übrigen ist vor kritikloser Vergleichung der für die Baukosten in manchen Veröffentlichungen gegebenen Zahlen sehr zu warnen, da sie oft auf ganz verschiedenen Grundlagen beruhen. Im Vorstehenden beziehen sich die Kosten nur auf die sogenannten Unterbauarbeiten, also ohne Zinsen, allgemeine Verwaltung, Beschotterung, Oberbau, Telegraph, Signale und allfällige Einrichtungen für die elektrische Zugförderung.

Schlusswort.

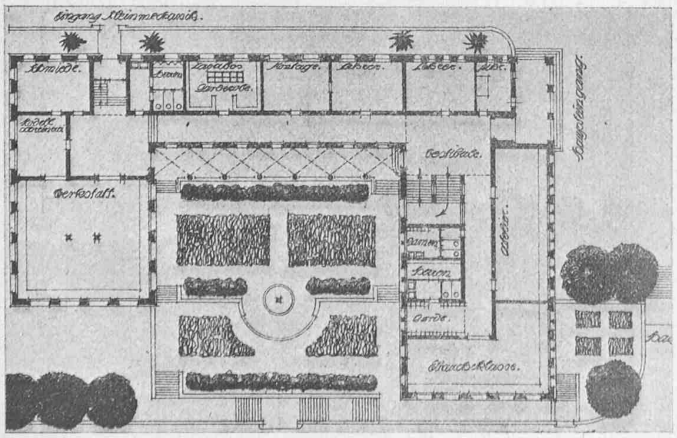
Der Bau eines langen Tunnels ist wohl diejenige Arbeit, die sich wie kaum eine andere auf dem Gebiete der Ingenieurbaukunst auf alle Zweige der modernen Wissenschaft stützt. Geologie und Geodäsie mit all ihren Hülfswissenschaften, Physik und Chemie, Statik und Dynamik, Hydraulik und Elektrotechnik, Volkswirtschaft und Rechtslehre, Verwaltung und Hygiene, Krankheits- und Unfallbehandlung und dazu die ganze Technologie des Maschinenbaues und der Baumaterialien müssen herangezogen werden, um ein solches Werk vorzubereiten und durchzuführen.

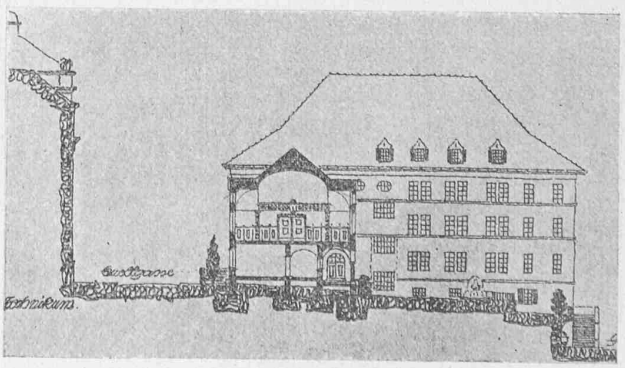
Feuer und Wasser, Gase und druckhaftes Gebirge haben sich den Ingenieuren entgegengestellt bei ihrem Bestreben, dem länderverbindenden Verkehre neue Pfade durch die Berge zu brechen. Aber mit der Grösse der Hindernisse wuchsen Mut und Kraft der

Wettbewerb Technikum-Erweiterung Biel.



I. Preis, Entwurf Nr. 13. — Arch. *Gebr. Louis*, Bern. — Lageplan 1 : 1500.





Entwurf Nr. 13. „Magglingen hell!". — Querschnitt 1 : 700.
Links nebenan: Erdgeschoss-Grundriss 1 : 700.

Menschen. Und dank dem Rüstzeug, das ihnen Wissenschaft und Erfahrung zur Verfügung gestellt haben, sind die Techniker schliesslich siegreich aus dem Kampfe hervorgegangen.

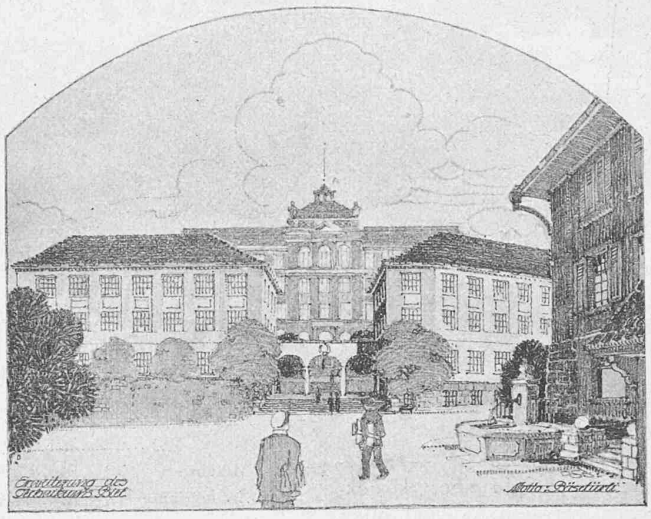
Können auch die in der Schweiz gestellten und glücklich gelösten Aufgaben der Ingenieure sich mit den riesenhaften Verhältnissen des Durchstiches der Landenge von Panama nicht messen, so haben sie doch mit dem von Oberst Goethals und seinem Stabe so glänzend durchgeführten Werke *das* gemein, dass sie einen Triumph des menschlichen Geistes und des Organisationstalentes ihrer Leiter bilden.

Und wenn auch diesseits und jenseits des atlantischen Ozeans die Ernte dieses Schaffens leider verzögert wird durch den grössten und schrecklichsten aller Kriege, die die Weltgeschichte kennt, so wollen wir doch die Hoffnung nicht aufgeben, dass ein Tag anbrechen wird, wo die furchtbaren Wunden, die der blutige Kampf an Leib und Gut geschlagen, verharschen und die Völker der Erde wieder in friedlichem Wettbewerb die Wege wandeln werden, die ihnen von Land zu Land und von Meer zu Meer gebahnt worden sind."

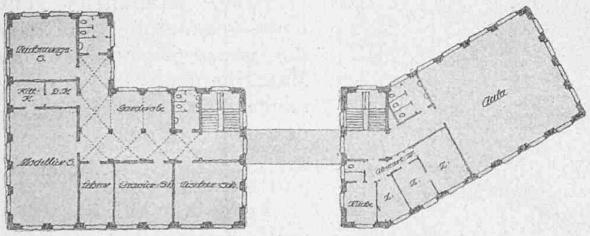
Anmerkung der Redaktion. Wer sich für den Inhalt von Winklers Bericht näher interessiert, sei daran erinnert, dass er mit den andern Kongressberichten von San Francisco u. a. in der Handbibliothek der Ingenieurschule an der E. T. H. enthalten ist.

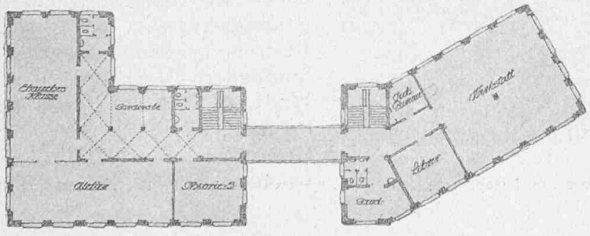
Wettbewerb Technikums-Erweiterung Biel.

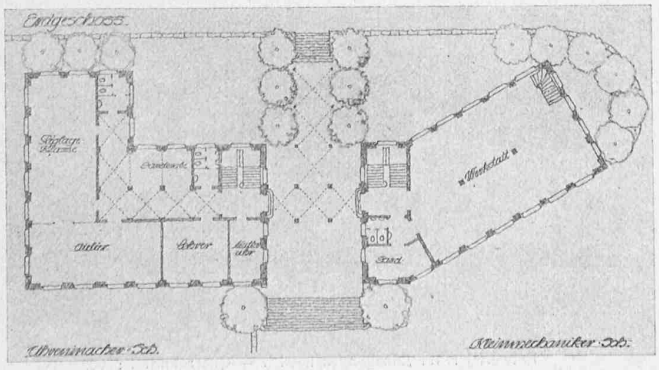
Wenn man aus der „Burg", dem Zentrum des mittelalterlichen Biel, durch das ehemalige „Bäse-Türli" vor den Stadtkern tritt, sieht man in erhöhter Lage den alten Technikums-Bau vor sich stehen (Abb. S. 251 oben, rechts im Bild). Man vermutet sogleich, seinem Erbauer habe Sempers Monumentalbau des Zürcher Polytechnikums vorgeschwebt, was bei den kleinlichen Verhältnissen entschieden verfehlt war; der Eindruck ist dementsprechend unbefriedigend. Links vorn und etwas tiefer, an der Rosiusgasse, steht heute noch der Bau der zum Technikum gehörenden Uhrenmacherschule, wie auf dem Lageplan auf Seite 251 in den Umrisslinien angedeutet. Die Wettbewerbsaufgabe bestand im Entwurf einer neuen Uhrenmacherschule, einer Schule für Kleinmechaniker und einer Kunstgewerbeschule. Als Bauplatz steht zur Verfügung die dreiseitige Parzelle vor dem Technikum, wobei die bestehende Uhrenmacherschule zu beseitigen ist. Ueber den Baustil wurden keine Vorschriften gemacht, jedoch war gewünscht, dass nicht störende Gegensätze zwischen dem alten Bau und den Neubauten entstehen. Inbezug auf harmonische Gesamtwirkung ist die Ansicht vom „Bäsetürli" aus, von Süden, die ausschlaggebende (vergl. z. B. Seite 251 oben, sowie das Schaubild zu Entwurf Nr. 14),

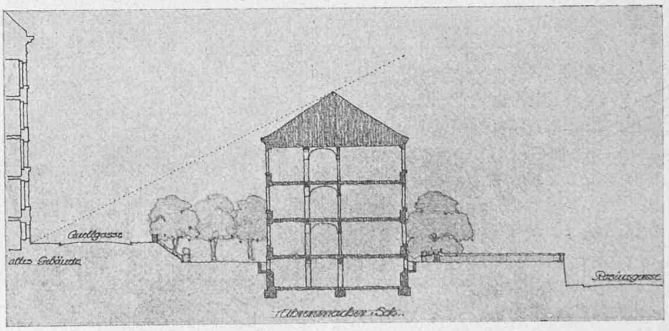


II. Preis, Entwurf Nr. 14. — Architekten *Saager & Frey* in Biel.

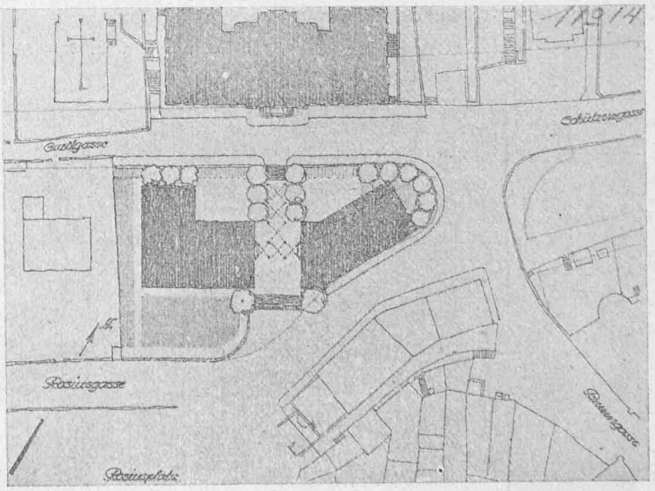








Entwurf Nr. 14. — Querschnitt 1 : 700.



Grundrisse 1 : 700. — II. Preis, Entwurf Nr. 14. — Architekten *Saager & Frey* in Biel. — Lageplan 1 : 1500.