Die Schrägstellung der Trägerwände bei Bogenbrücken

Autor(en): **Probst, Karl**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **33/34 (1899)**

Heft 3

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-21303

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

Bauausführung des Tunnels Turchino auf der Bahnlinie Genua-Ovada-Asti.

(Schluss.)

V. Nördlicher Angriff.

Der nördliche Angriff wurde am 27. Oktober 1889 mit Handarbeit unternommen; man dachte im Anfang nicht daran, auf dieser Seite die maschinelle Bohrung anzuwenden und erreichte 1048,40 *m* bis zum 20. Februar 1893. Der durchschnittliche tägliche Fortschritt betrug 0,96 *m*, wenn man eine gezwungene Unterbrechung nicht berücksichtigt, die behufs Ausführung der Tunnelmauerung nötig wurde, um nicht eine allzu grosse Strecke in so schwierigem Gebirge ohne Ausbau zu lassen.

In der letzten Zeit sah man die Möglichkeit ein, den Tunnel auch auf dieser Seite mit Bohrmaschinen zu betreiben. Es wurde sogleich dazu übergegangen, und bis am 31. Oktober 1893 (602,22 *m*) mit einem täglichen Fortschritt von 2,37 *m* fortgefahren, zu welchem Zeitpunkt der Durchschlag erfolgte. Die von diesem Angriff aus gebohrte Gesamtstrecke beträgt 1650,62 *m*, was in jeder Hinsicht als ein befriedigendes Resultat angesehen werden kann.

Die Wasserhaltung musste naturgemäss auch auf dieser Seite viel zu schaffen geben, da man die Bohrung vom Tag aus mit Gefälle eintrieb, und somit die Entfernung des sich vor Ort ansammelnden Wassers auf künstlichem Wege zu bewerkstelligen war. Im Februar 1893 arbeiteten sechs Pumpen, deren Betrieb durch drei Dampfmaschinen von 94-pferdiger Gesamtleistung bewirkt wurde; eine vierte, 60-pferdige Maschine diente in Notfällen als Ersatz. Mit dieser Anlage wurde pro Stunde eine Wassermenge von 194 m^3 gehoben.

Erwähnenswert ist, dass die Pumpen ihre Betriebskraft nicht direkt von den Dampfmaschinen erhielten; im Anfang hatte man zwar diese Anordnung adoptiert, aber Rauch und Hitze verursachten in dem Tunnel solche Störungen und Schwierigkeiten, dass man sich zur Anwendung komprimierter Luft als treibender Kraft entschloss. Die Luft wurde von drei Gruppen Kompressoren auf 3 Atm. gepresst und so den Pumpen zugeführt.

Während der Maschinenbohrung wurde eine neue Dampfmaschine von 100 *P. S.* und eine neue Gruppe Kompressoren (Durchmesser 0,437 *m*, Kolbenhub 0,60 *m* bei 60 Umdrehungen in der Minute) hinzugenommen. Somit betrug die verrichtete Triebkraft behufs Bohrung, Wetter- und Wasserführung 194 *P. S.* Während der Förderung der Berge ging die geleistete Triebkraft auf 124 *P. S.* hinunter.

Auch hier wurde die maschinelle Bohrung in ähnlicher Weise wie auf der Südseite betrieben; nur konnte man pro Tag bloss zwei Bohrangriffe beginnen und vollenden, einschliesslich Schiessen und Aufräumen der Arbeitsstelle. Die Anzahl der Bohrlöcher variierte je nach der Härte des Gesteins, von einem Minimum von 14 bis zu einem Maximum von 28. Der Luftdruck vor Ort betrug am Bohrgestell 3 Atm. Der Druckverlust von den Kompressoren bis zum Bohrgerüst schwankte zwischen 0,50 und 0,75 Atm., eine ziemlich bedeutende Differenz.

Die Förderung geschah zuerst mit Pferden, und dann mit zwei 40-pferdigen, bezw. 20-pferdigen Lokomotiven. Auf der Arbeitsstelle waren im ganzen 65 Förderungswagen vorhanden.

Das zu durchbohrende Gebirge bestand, wie auf der südlichen Seite, aus Kalk-, Talk- und Thonschiefern, welch' letztere viele Schwierigkeiten verursachten.

* * *

Der Durchschlag zwischen den zwei Stollen vom südlichen Angriffe und vom Schacht aus erfolgte am 30. November 1893 in der Entfernung von 3340,34 *m* vom Mundloch.

Am 17. Juni 1894 konnte der Einweihungszug durch den Tunnel fahren.

Die gesamte Bergmasse betrug 384 766 m^3, d. h. 60 m^3 per l. *m* Tunnel. Man hat im ganzen 198 *t* Dynamit verbraucht; es entfallen somit durchschnittlich 0,52 *kg* auf einen m^3 Aushub.

Die Einwölbung erforderte 64 287 m^3 Mauerwerk, d. h. 10 m^3 per l. *m* Tunnel, dem eine mittlere Dicke von 0,80 *m* entspricht (1,54 *m* Maximum, 0,54 *m* Minimum).

Die Wasserführung war vor der vollständigen Durchbohrung grösser, als nach derselben. Das ganze Wasser konnte dann auf der Südseite durch das natürliche Gefälle seinen Abzug finden, weil, wie schon erwähnt, die Tunnelsohle von dieser Seite aus mit bedeutender Steigung in das Gebirge eindrang. Die regelmässig gemachten Aufzeichnungen ergaben im

Oktober 1893	vor dem Durchschlag	412 m^3	pro Stunde.
November 1893	» » »	400 »	» »
Dezember 1893	nach erfolgtem Durchschlag	385 »	» »
Januar 1894	» » »	324 »	» »
April 1894	» » »	314 »	» »
Oktober 1894	» » »	324 »	» »
Juni 1895	» » »	324 »	» »
März 1896	» » »	270 »	» »
November 1897	» » »	270 »	» »

Teramo, November 1898. *Gaetano Crugnola.*

Die Schrägstellung der Trägerwände bei Bogenbrücken.

Von Ingenieur *Karl Probst.*

I.

Bei Erstellung von Eisenkonstruktionen sieht sich der Ingenieur nicht selten vor ungelöste Fragen gestellt. Theoretisch gerechtfertigte Konstruktionen haben sich oft praktisch nicht bewährt; deshalb blieb es in vielen Fällen der Praxis vorbehalten, die rationelle Lösung einer Konstruktion darzuthun, und erst nachher bestätigte die Theorie deren Richtigkeit. Die Begründung schräggestellter Tragwände bei Bogenbrücken, d. h. solchen Brücken, deren Auflager und Scheitel nicht in derselben vertikalen Ebene liegen, ist ein im Brückenbaufache wenig besprochener Gegenstand. Zweck dieser Zeilen soll es sein, verschiedene darauf bezügliche Ansichten zu erörtern, wozu ein Vergleich zweier, ganz ähnlicher, unter gleichen Bedingungen ausgeführter Strassenbrücken Anlass giebt; nämlich die Strassenbrücke über die Noceschlucht in Süd-Tyrol, erbaut im Jahre 1888 von der Brückenbauanstalt der alpinen österreich. Montangesellschaft[1]) in Graz und die im Winter 1896/97 aufgestellte Bogenbrücke auf der Strasse von Frutigen nach Adelboden im Berner Oberland (Fig. 1). Beide besitzen eine Spannweite von 60,0 *m* und eine Pfeilhöhe von 10,0 *m*, der Abstand der Achsen der Hauptträger beträgt bei der ersteren 4,28 *m*; derjenige der letzteren, an den Kämpfern 6,0 *m*, im Scheitel 3,40 *m*. Die Bogenwände der Adelbodenbrücke haben also einen Anzug 1:9; diejenigen der Noceschluchtbrücke stehen dagegen in lotrechten Ebenen. Die Belastungen beider Brücken sind wenig von einander verschieden.

Bogentragwände in geneigten Ebenen wurden zuerst von Gerber bei der Marienbrücke bei Hohenschwangau angewendet, seither unabhängig von diesem Vorbild, bei den Dourobrücken in Portugal, der Garabitbrücke in Südfrankreich, bei der Javroz-Schwarzwasser-, und Kornhaus-Brücke in der Schweiz, bei der Müngstener Thalbrücke in Deutschland und bei der neuen Niagarabrücke etc. Es ist einleuchtend, dass schräggestellte Bogenwände einen günstigen Einfluss auf die Stabilität des Bauwerkes gegen Winddruck und Seitenstösse ausüben, somit die horizontalen Schwingungen (d. h. diejenigen senkrecht zur Brückenachse) verringern. Bei geringen Fahrbahnbreiten stösst man beim Bogensystem ganz naturgemäss hierauf, aus Standfestigkeitsrücksichten. Beim Bau breiterer Brücken, z. B. der Kirchenfeldbrücke in Bern (1883), glaubte man sich

[1]) Siehe Zeitschrift des öst. Ing.- und Arch.-Vereins XLI. Jahrgang.

Das neue Parlaments-Gebäude in Budapest.

Architekt: Prof. *Emerich Steindl* in Budapest.

Haupttreppenhaus.

Nach einer Photographie von *K. Divald* in Budapest.

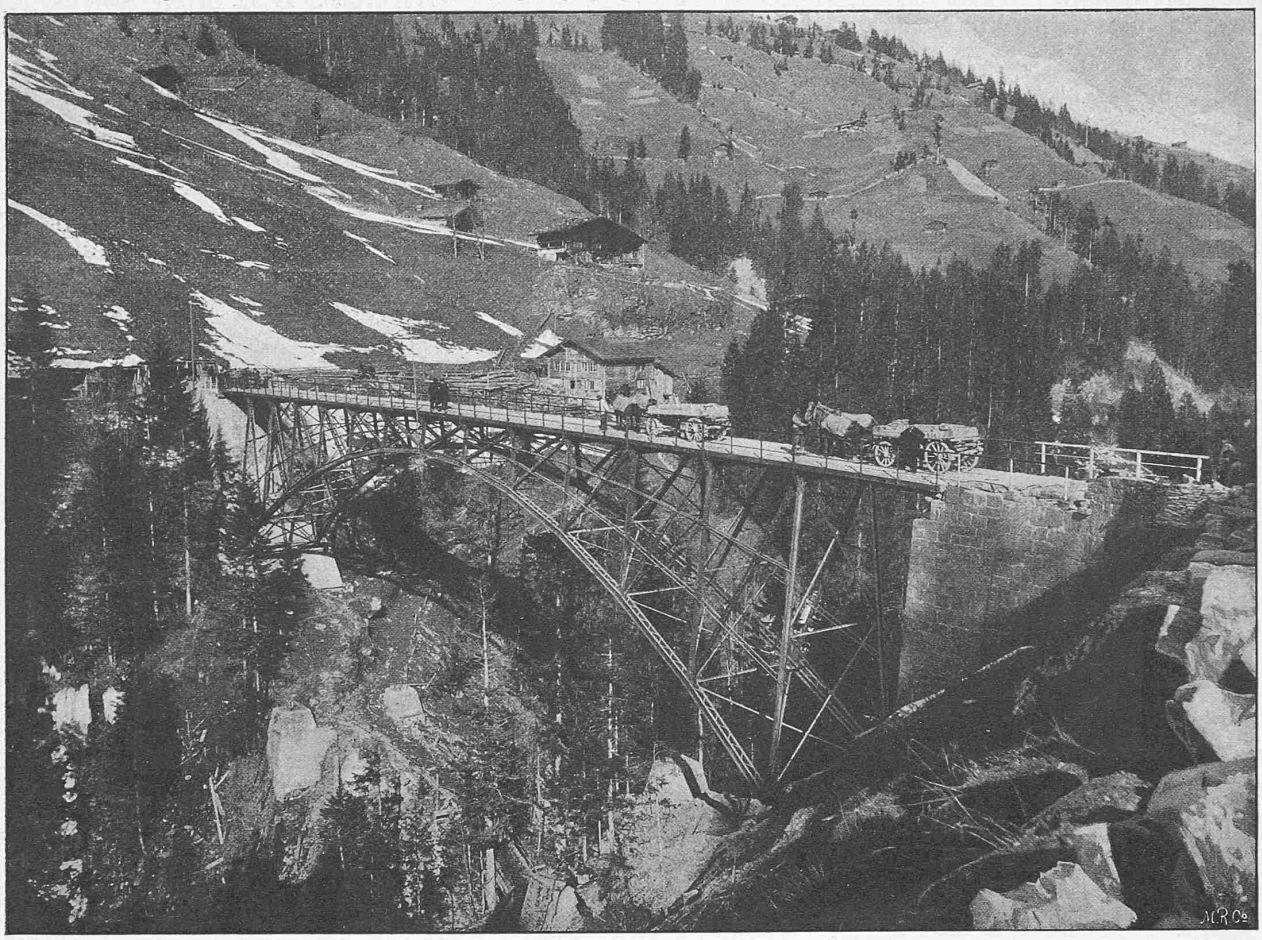
Aetzung von *Meisenbach, Riffarth & Cie.* in München.

Seite / page

24(3)

leer / vide / blank

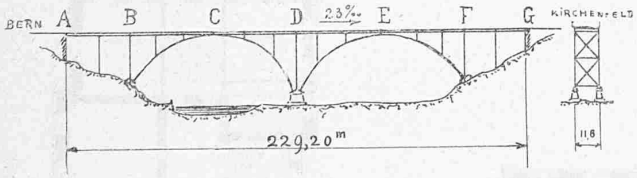
Fig. 1. **Strassenbrücke über den Engstligenbach auf der Strasse von Frutigen nach Adelboden.**



Photogr. von *J. Köller* in Thun. **Perspektive.** Aetzung von *M. R. & Cie.* in München.

das „Schrägstellen" der Tragwände ersparen zu können, da infolge der 13,20 *m* breiten, schweren Fahrbahn (Schotterbelag), das gegen seitliche Windstösse nötige Stabilitätsmoment vorhanden war. Im Mai 1893 nahm man in Gegenwart des leider so früh dahingegangenen Prof. Fränkel aus Dresden und Prof. Ritter in Zürich Messungen vor, um diese Brücke hinsichtlich ihrer horizontalen und vertikalen Schwingungen zu untersuchen. Der Fränkel'sche Horizontalschwingungszeichner[1]) ergab, dass die grössten horizontalen

Fig. 2.



Schwingungen im Bogenscheitel *E* (Fig. 2) auftraten und einen Ausschlag von rund 2 *mm* nach jeder Seite aufwiesen, und zwar, wenn sich der zu den Versuchen verwendete, 20 *t* schwere, im Gefälle (23 ‰) herabfahrende Lastwagen, zwischen Bogenscheitel *C* und Zwischenpfeiler *D* befand; (oder der bergauffahrende Wagen zwischen Bogenscheitel *E* und Zwischenpfeiler *F*).

Anlässlich grosser Festlichkeiten in Bern, im Jahre 1891, war die flussaufwärts gelegene Fahrbahnhälfte der Kirchenfeldbrücke durch Menschen dicht besetzt und wurde nach Beendigung einer Illumination plötzlich entlastet, indem sich das Menschengedränge rasch auf die *ganze* Fahrbahn verteilte. Hierdurch geriet dieselbe in seitliche Schwingungen, welche im menschlichen Körper ein ähnliches Gefühl erwecken, wie z. B. ein Erdbeben von ganz geringer Bodenbewegung, und zu Fabeln von Centimeter starken Schwankungen Anlass gaben. Wären die Schwingungen thatsächlich dem Gefühl entsprechend gewesen, so müsste die Elasticitäts-Grenze des Eisens weit überschritten worden sein!

Wenn nun einerseits bei den Versuchen an dieser Brücke, durch Befahren eines schweren Lastwagens die *grössten* Schwingungsausschläge erzielt wurden, so ist anderseits damit nicht gesagt, dass durch diese Belastungsart die *empfindlichsten* Schwingungen hervorgerufen werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass leichte, sich in einem gewissen Rythmus über die Brücke bewegende Fuhrwerke im Stande sind, dieselbe in sehr fühlbare Schwankungen zu bringen; ebenso die taktmässigen Schritte der Fussgänger, die regelmässigen Hufschläge der Pferde (bei Eisenbahnbrücken das Uebersetzen der Räder über die Schienenstösse) etc. Die Wiederholung regelmässig applizierter Impulse vermag, unter gewissen Bedingungen, die Ordinaten der Wellenbewegungen zu summieren, die Tragkonstruktion also in grosse Schwingungsweiten zu versetzen. Untersuchungen über dieses interessante Gebiet machten Robinson (Amerika), Bresse, Resal, Köpke[1]) etc. etc.; immerhin bleibt der Ergründung dieser Erscheinungen ein weites Feld offen und es würden die Adelboden- und Nocebrücke gewiss interessante Objekte

Fig. 3.

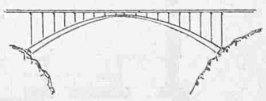
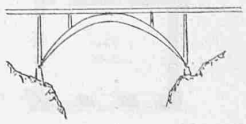


Fig. 4.



[1]) Siehe Civiling. Bd. XL, 3. Heft und Schweiz. Bauzeitung Bd. XXVIII, No. 2.

[1]) S. Zeitschrift des öster. Ing.- und Arch.-Vereins XLIV Jahrgang Nr. 8: Metallkonstr. der Zukunft.

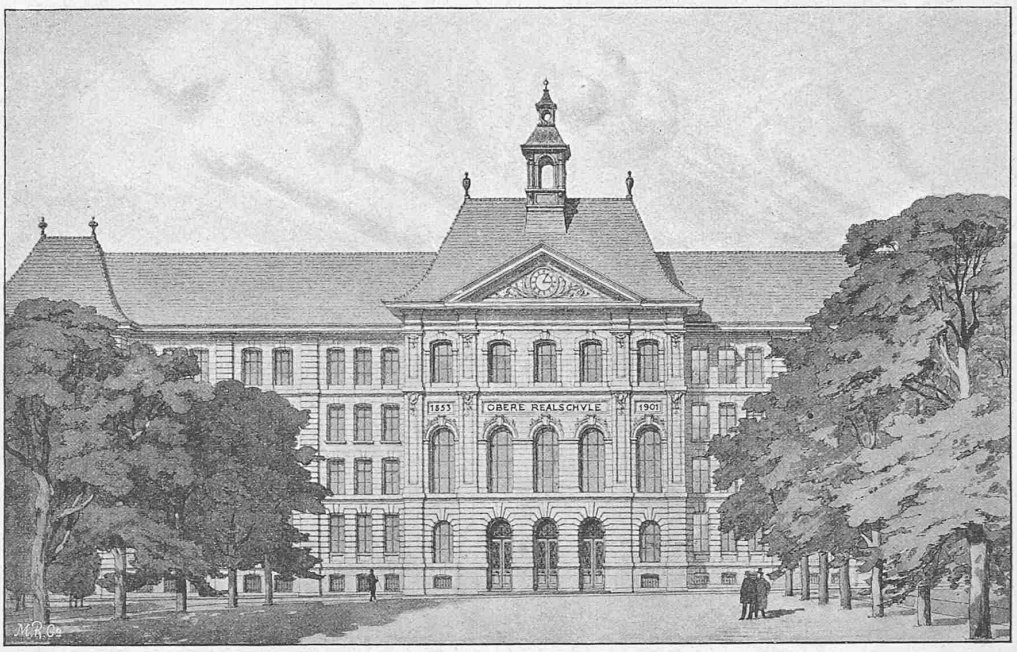
zu vergleichenden Messungen mit dem Fränkel'schen Schwingungsmesser darbieten; erstere als Arbeitsfeld für die Schüler der Ing.-Abteilung des Zürcher Polytechnikums, letztere für diejenigen der technischen Hochschulen in Wien und Graz; ist ja die Wirkung von Seitenkräften auf Bogenträger eine noch unabgeklärte Frage.[1])

Eine möglichst gleichmässige Verteilung der Belastungen auf den Bogen (also zahlreiche Ständer) (Fig. 3. u. 4), sowie eine kräftige Querversteifung beider Bogen, sind zur Vermeidung von Schwingungen, neben der Schrägstellung der Tragwände, auch von Vorteil. Die im Jahre 1896 auf Grund obiger Messungsresultate an der Kirchenfeldbrücke ausgeführten Verstärkungen der Windkreuze der untern Bogenfelder haben die lästigen Schwingungen *bis jetzt* nicht ganz zum Verschwinden gebracht. Die empfindlicheren Horizontalschwingungen wurden herabgemindert;

[1]) S. hierüber: Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen. Jahrgang 1897; Heft 4.

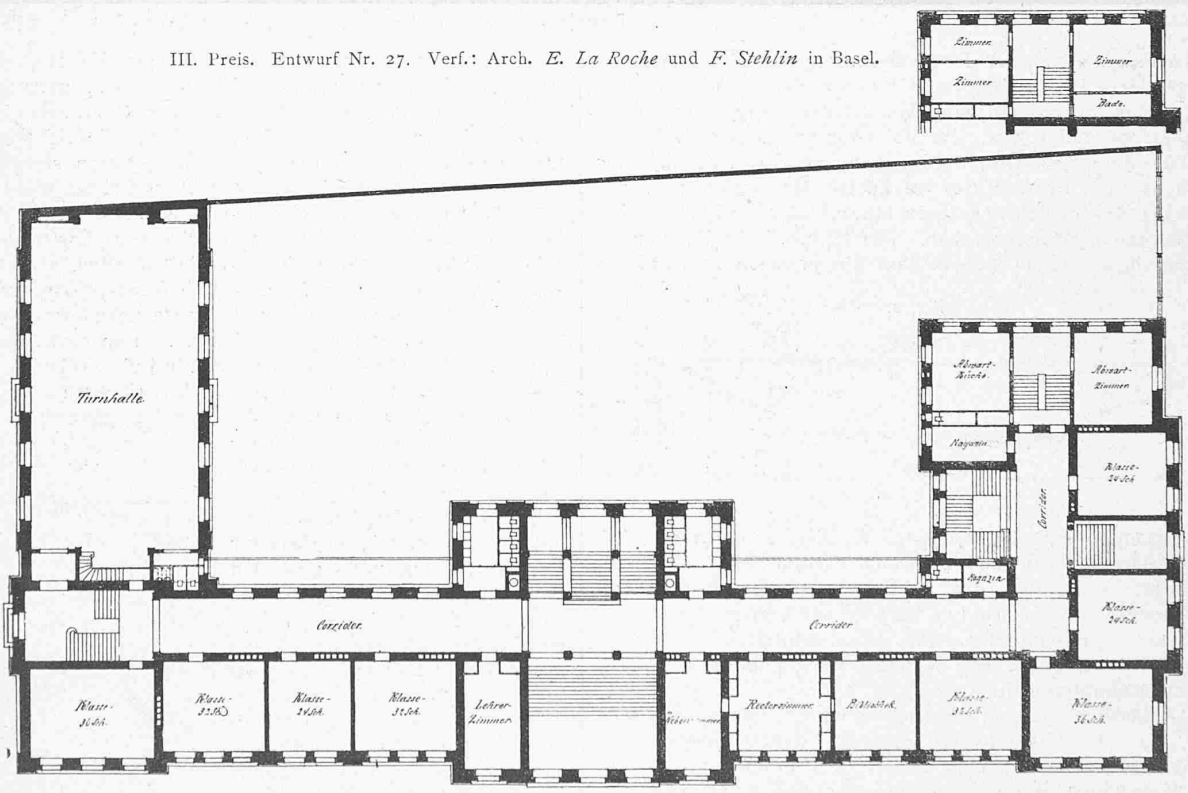
Wettbewerb für den Neubau der Oberen Realschule in Basel.

III. Preis. Entwurf Nr. 27. Kennzeichen: Zimmermannsenbleme. Verf.: Arch. *E. La Roche* und *F. Stehlin* in Basel.



Ansicht der Hauptfront.

III. Preis. Entwurf Nr. 27. Verf.: Arch. *E. La Roche* und *F. Stehlin* in Basel.



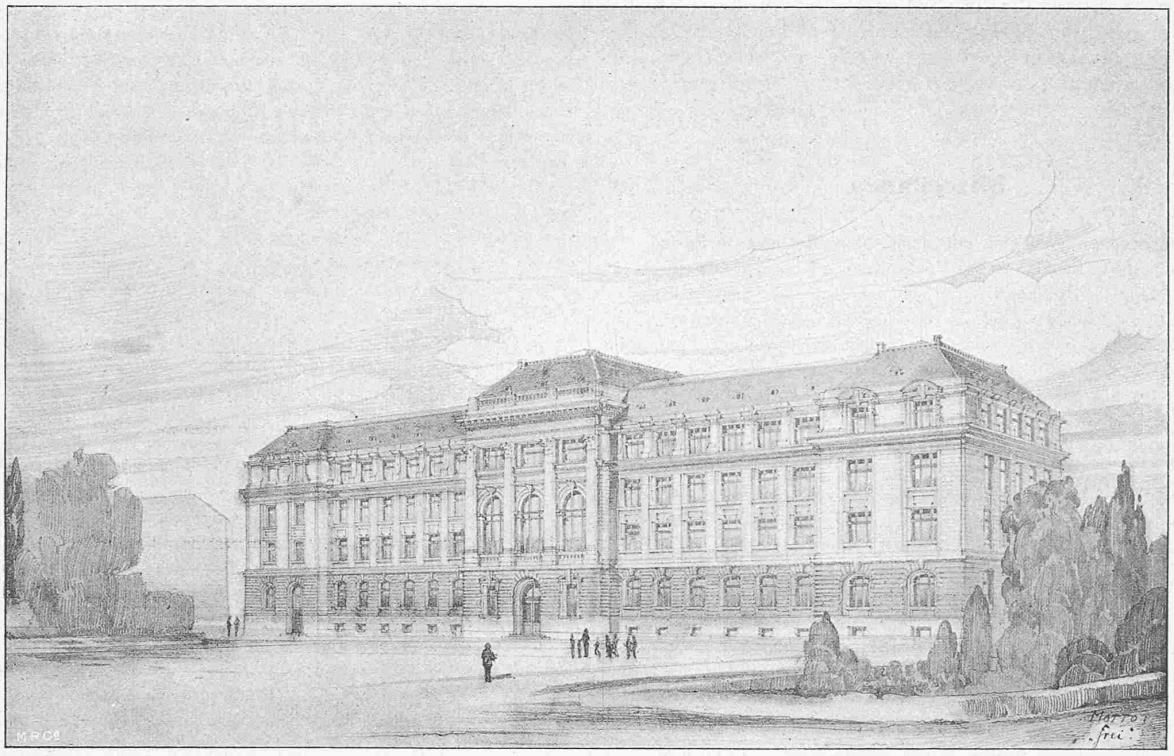
Grundriss vom Erdgeschoss 1 : 500.

doch sind die vertikalen Bewegungen noch fühlbar. Die an dieser Brücke gemachten Erfahrungen hat man sich beim Bau der neuen Kornhausbrücke zu Nutzen gemacht; die Verhältnisse sind hier thatsächlich bessere. Wie mag sich die Sache gestalten bei den neuen grossen Rheinbrücken, deren Tragwände vertikal stehen?

Je nach den örtlichen Umständen vermögen Brückenschwankungen einen verschiedenartigen Einfluss auf das Publikum auszuüben. Beispielsweise vermögen die Schwankungen der Pariser Carousselbrücke die daran gewöhnten Passanten nicht mehr zu beunruhigen; in der Stadt Freiburg empfindet man gegen das kühne System der Thalüberspannung vermittelst Drahthängebrücken keinerlei Vorurteil. Im altehrwürdigen Bern, wo man lange Zeit an steinerne Viadukte gewöhnt war, vermochte seinerzeit die Kirchenfeldbrücke die eisernen Bogen lange in ein schiefes Licht zu stellen. (Schluss folgt.)

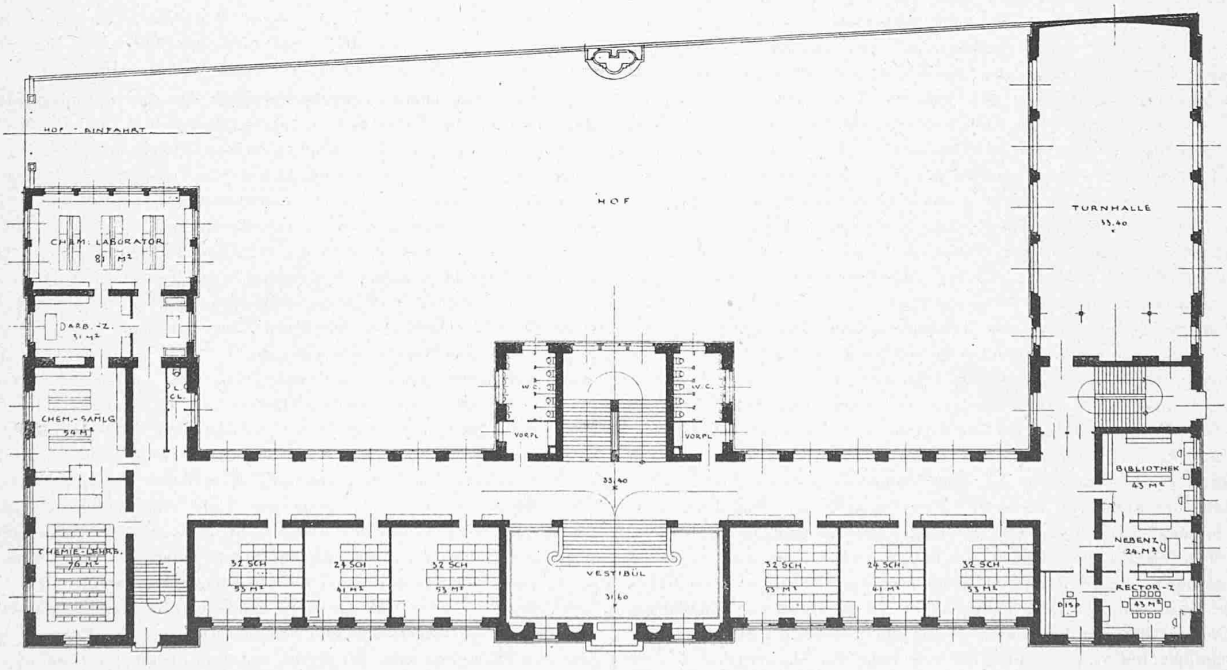
Wettbewerb für den Neubau der Oberen Realschule in Basel.

III. Preis. Entwurf Nr. 28. Kennwort: «Frei». Verf.: Arch. *E. Faesch*, *P. Huber* und *F. Werz* in Basel.



Perspektive.

III. Preis. Entwurf Nr. 28. Verf.: Arch. *E. Fäsch*, *P. Huber* und *F. Werz* in Basel.



Grundriss vom Erdgeschoss 1 : 500.