

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 16/17 (1882)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Gotthardbahn  
**Autor:** Gerlich, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-10266>

### **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: Gotthardbahn. (Schluss.) — Literatur: Die Leistungen Culmann's. — Correspondance: Sur la trempe de l'acier par compression. — Concurrenzen: Börsengebäude in Leipzig. Zwingli-Denkmal. Concurrenz zur Anfertigung kunstgewerblicher Entwürfe. — Miscellanea: Maschinenausfuhr Englands. Seilbahnen. Zahnradbahn. Wiener Stadteisenbahn. Telegraphenwesen in China. † Denis Destors. Semper-Stiftung. Rhein-Correction. — Vereinsnachrichten: Mittheilungen aus den Verhandlungen des Ausschusses. Stellenvermittlung. — Einnahmen schweiz. Eisenbahnen.

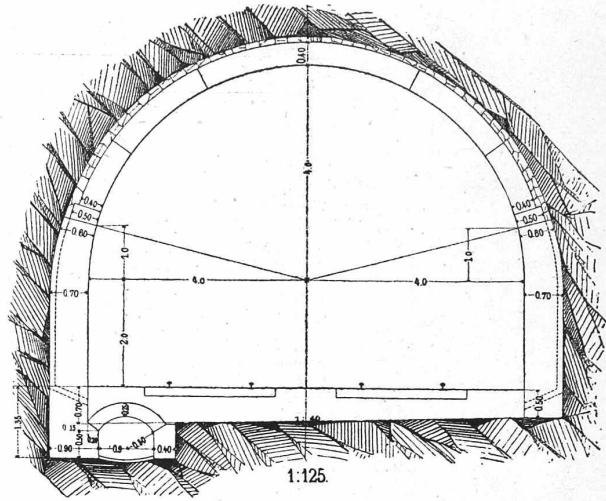
**Gotthardbahn.**

IV.  
(Schluss.)

In der Bergstrecke war bei den Tunnels auf die künftige Anlage eines zweiten Geleises Bedacht zu nehmen. Es wurden daher hier von vornherein zweierlei Profile in Anwendung gebracht. Das eine 6,10 m hoch und 8,20 m weit für die Tunnels von geringerer Länge und für solche, welche in minder festem Gebirge jedenfalls einer Ausmauerung in grösserem Maasse bedurften, und ein zweites von 6,45 m Höhe und 8,2 m Weite für die längern und in unzweifelhaft festem Gebirge auszuführenden. Letzteres Profil wurde nämlich bei solider Beschaffenheit des Gebirges, welches keine Verkleidung erforderte, einstweilen nur für ein Geleise auf 5 m Weite in der Mitte ausgebrochen und erhielt die grössere Höhe, um bei einer während des Betriebes der Bahn nöthigen Erweiterung auf das zweite Geleise für die Einbringung der Rüstung den entsprechenden Raum zur Verfügung zu haben. Bei minder günstiger Beschaffenheit des Gebirges erhielt die Kappe ein Gewölbe oder wurde zur Aufnahme eines solchen wenigstens ausgebrochen. Bei noch ungünsti-

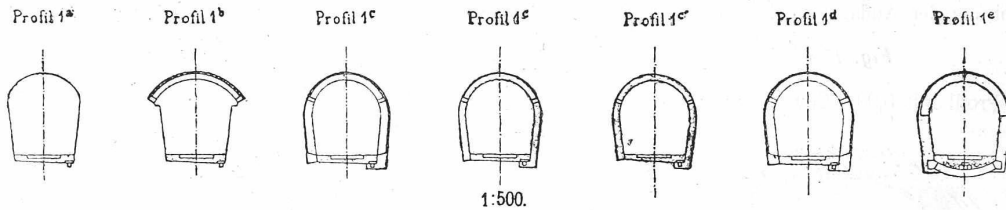
für zwei Geleise ausgebrochen und vollständig ausgemauert. Das Profil des Gotthardtunnels ist 8 m weit und 6 m hoch. Die zuletzt angenommene Profiltype in festem Gebirge ist unter Fig. 16 dargestellt. Das zuletzt für druckhaftes Gebirge angenommene Profil zeigt Fig. 17.

Fig. 16.



Die Uferschutzbauten bestehen aus sehr soliden, in den Fugen voll schliessenden Pflasterungen auf den Dammböschungen und aus

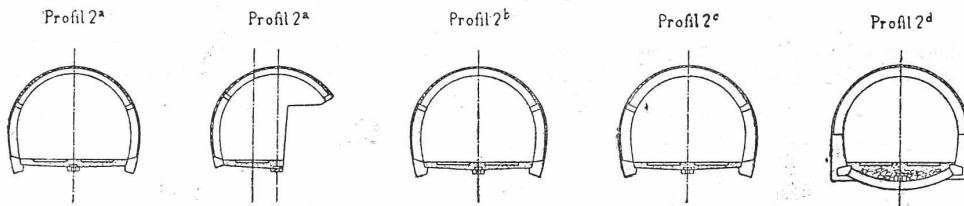
Fig. 14. Definitiv einspurige Tunnels.



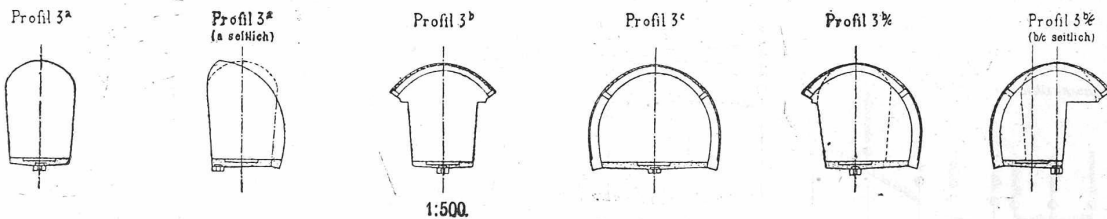
gerer Beschaffenheit des Gebirges wurde das ganze Profil sofort ausgebrochen und ausgemauert, oder es wurde die Achse des Geleises zur Seite verschoben und nur ein Theil der Strasse nicht ausgebrochen, sondern als natürliches Widerlager benützt. Auch bei dem niedrigen Profil wurde die letztere Art der Ersparung an Aus-

unabhängig vor diese gelegten weit ausragenden Steinwürfen (Fig. 18). Die ersteren reichen einerseits bis auf festen Grund, oft bis unter die Steinwürfe hinab und andererseits 1 m über die ausserordentlichen Hochwasser hinauf. Die Berme der Steinwürfe von 2,0 m Breite liegt in der Höhe der gewöhnlichen Hochwasser. Die Grösse

Fig. 15. Definitiv zweispurige Tunnels.



Erweiterungsfähige Tunnels.



bruch und Mauerung häufig in Ausführung gebracht. Unter Fig. 15 sind die doppelgeleisigen Typen zusammengestellt.

Der Gotthardtunnel, sowie die Tunnels der sog. tessinischen Thalbahnen aus der ersten Bauperiode der Gotthardbahn machen jedoch Ausnahmen von dieser Regel. Diese Tunnels wurden sofort

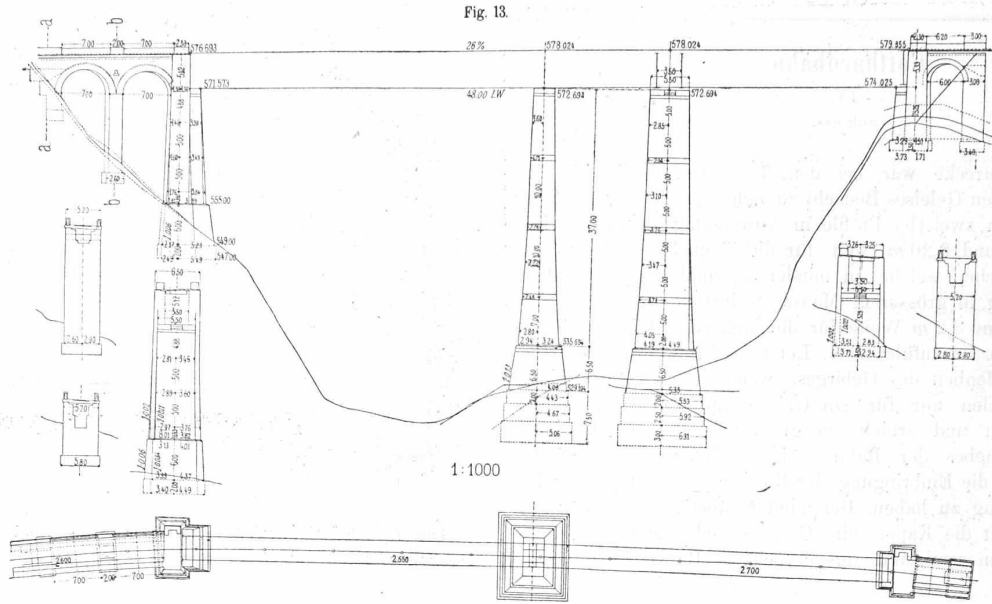
der Wurfsteine wurde auf das Doppelte der in Flüssen vorhandenen grösseren Geschiebe bestimmt. Die Schalen der Wildbäche, welche über oder unter der Bahn hinwegzuführen waren, wurden durchwegs mit (im Querschnitt) gerader Sohle und flachen Böschungen aus Pflaster von bester Arbeit hergestellt. Auf guten Anschluss der

Wasserbauwerke an natürliche, feste Punkte wurde sehr viel Gewicht gelegt.

Das Mauerwerk, aus welchem die verschiedenen Kunstbauten am Tage hergestellt wurden, ist sorgfältig ausgeführtes Bruchsteinmauerwerk. Nur für Gewölbe grösserer Weite wurden in Strecken,

Besondere Bearbeitung der Sichtflächen wurde nicht verlangt und dafür auch keine Vergütung geleistet. Die Tunnelmauerung besteht bei allen zweigeleisigen Tunnels in den Widerlagern aus dem gleichen Bruchsteinmauerwerk, während im Gewölbe im Allgemeinen leicht behauene Steine verwendet wurden.

Kerstelenbach-Vaduct bei Amsteg.

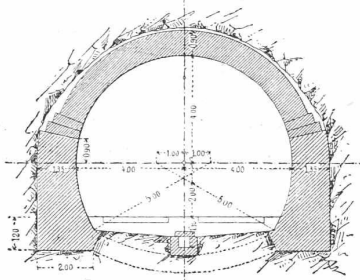


wo schönes Steinmaterial nicht in unmittelbarer Nähe vorhanden war, und zur Armierung der Auflager und Ecken behauene Steine

Die Bettung des Oberbaues ist 0,35 bzw. 0,4 m stark, je nachdem der Unterbau mehr oder weniger der Setzung unterliegt

Fig. 17a.

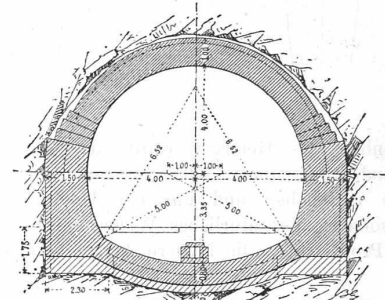
Profil mit 0,90m Gewölbstärke.



1 : 250

Fig. 17b.

Profil mit 1,00m Gewölbstärke.

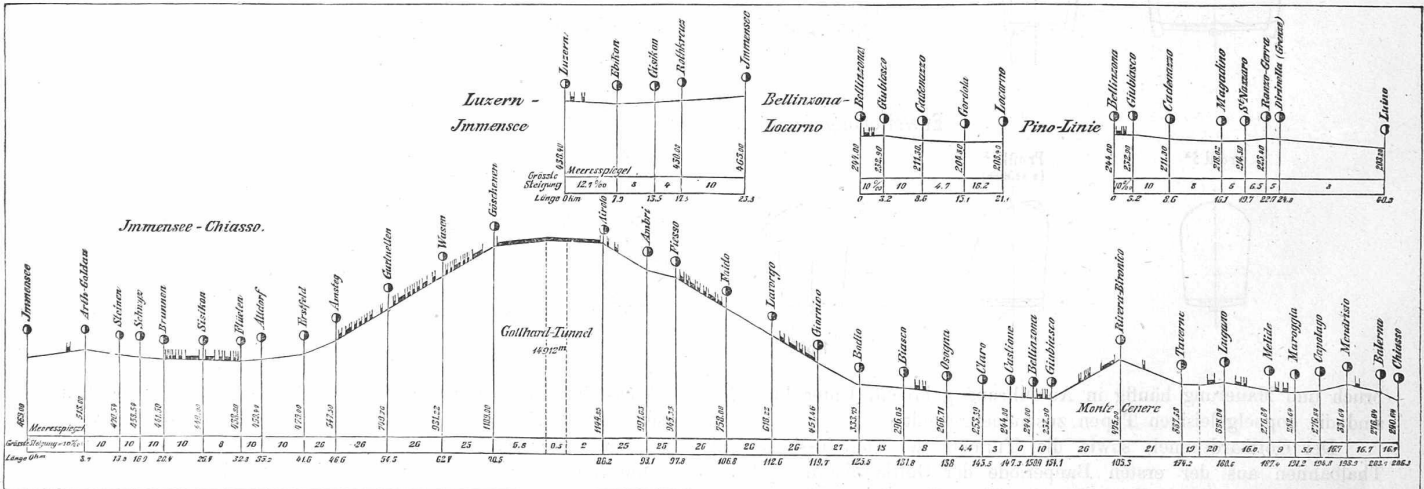


1 : 250

verwendet. Es war Hauptbedingung bei der Ausführung, dass das Mauerwerk auf seine ganze Dicke durchaus gleiche Qualität hatte.

und dadurch ohnehin noch eine grössere Stärke durch das Nachschottern entsteht. In den Einschnitten ist die Stärke von vornherein

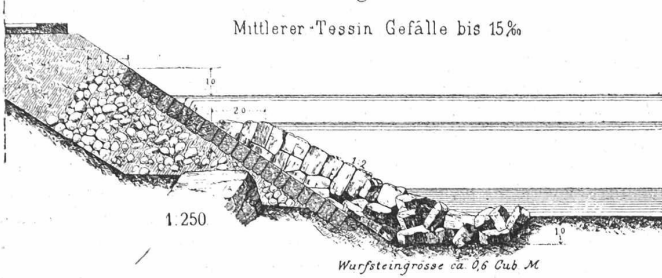
Längenprofil der Gotthardbahn.



Masstab für die Längen 1 : 1 000 000, für die Höhen 1 : 40 000.

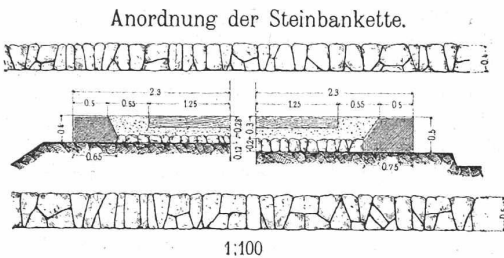
auf 0,50 m bemessen. Die Breite ist in der Schienenunterkante 3,4 m auf den Thalstrecken und 3,6 m auf der Bergstrecke. Wo die Bettung aus Kleingeschläge besteht, ist dieselbe in der Regel auf eine Packlage von 0,12 m bis 0,20 m gelegt. In Strecken, wo sich geeignetes Steinmaterial vorfand, wurde die Bettung durch Stein-

Fig. 18.



bankette abgeschlossen (Fig. 19), deren Breite von 0,5 m jener der Bettung noch hinzutrat. Die Breite der Bettung wurde überhaupt überall ungeschmälert erhalten; auch an den Stützmauern und Flügeln der Brücken wurde dies eingehalten, so dass die halbe Kronenbreite in der Schienenfusshöhe, je nachdem Bankette vor-

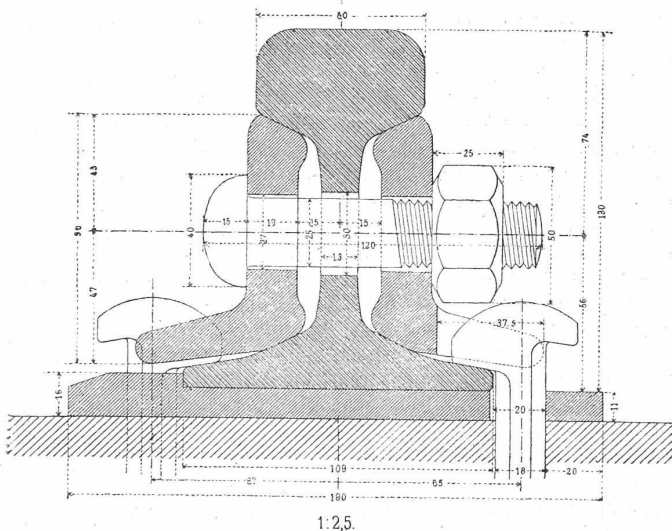
Fig. 19.



handen, Stütz- oder Flügelmauern oder Trockenmauern bis in diese Höhe reichen, 2,20 m bzw. 2,30 m, 2,50 m bzw. 2,60 m oder 2,85 m bzw. 2,95 m beträgt.

Der Oberbau der Gotthardbahn (beistehende Fig. 20 u. 21) besteht aus Stahlschienen von 36,6 kg Gewicht per l. m. Die Schienenhöhe beträgt 130 mm, die Fussbreite 110 mm, der Kopf ist 60 mm breit

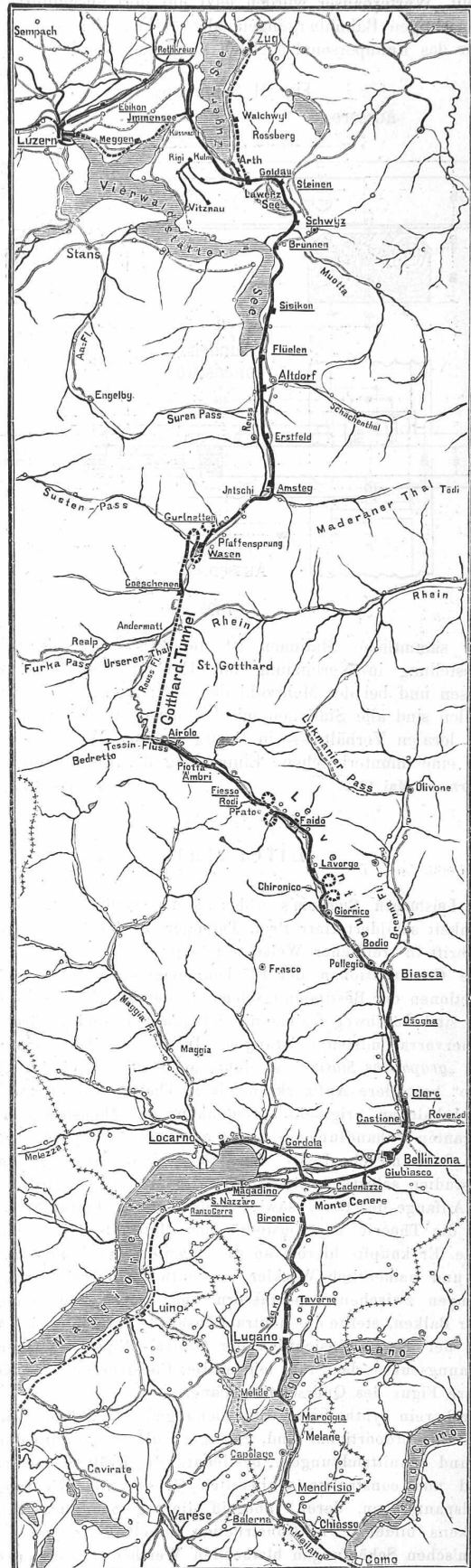
Fig. 20.



und bis zum Anschluss der schrägen Seitenfläche 30 mm hoch. Die Länge der Schienen ist 8 m. Die 2,5 m langen, 0,24 m breiten und 0,15 m starken Schwellen liegen auf der Thalstrecke 0,91—0,93 m, auf der Bergstrecke 0,80—0,83 m entfernt. Auf der letzteren sind durchaus Eichen- und Lärchen-, auf den Thalstrecken Fichten- und Kieferholzswellen verlegt. Die Schwellen der Nordseite sind mit Zinkchlorid, jene der Südseite mit Quecksilbersublimat imprägnirt.

### Übersichtsplan der Gotthardbahn.

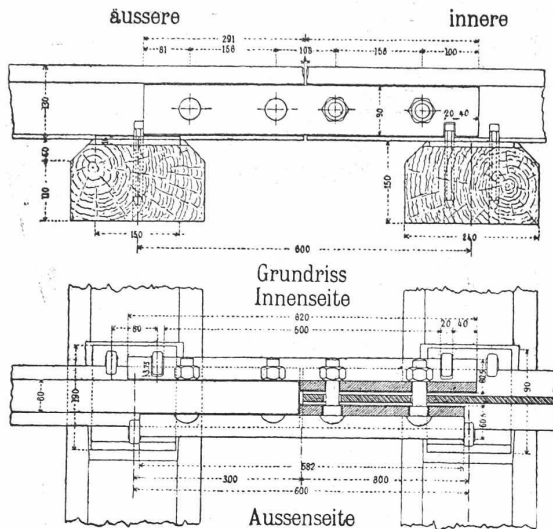
Masstab 1 : 625 000.



Die Versorgung mit Speisewasser ist für *alle* Stationen der Bergstrecke und nur für einzelne der Thalstrecken ausgeführt. Dies war fast überall durch Zuleitung aus Quellen und Bächen mit natürlichem Druck möglich. Nur in zwei Fällen wurden Pumpwerke mit Wassermotoren ausgeführt.

Die Hochbauten sind zunächst nur in beschränkter Ausdehnung hergestellt. Wärterhäuser wurden jetzt nur dort ausgeführt, wo sie, wie an wichtigen Bahnübergängen oder in Folge Mangels an Unterkunft für das Bahnpersonal sogleich hergestellt werden mussten.

Fig. 21. Seitenansicht



1:125

Für sämtliche Stationen ist die Einführung der centralen Weichenstellung in Verbindung mit Ein- und Durchfahrtssignalen beschlossen und bei der Mehrzahl derselben auch schon ausgeführt. Einstweilen sind alle Stationen mit Distanzsignalen versehen.

Die localen Verhältnisse in Bezug auf das Viehes machten eine ununterbrochene Einfriedung der Bahn nothwendig.

Luzern, im Mai 1882.

E. Gerlich, Ing.

## Literatur.

Die Leistungen Culmann's während der zweiten Periode seiner Wirksamkeit schildert Herr Prof. Tetmajer in der bereits erwähnten Druckschrift in trefflicher Weise wie folgt:

„Die Constructionen der Flächenmomente zweiten Grades, die Constructionen der Bestimmungselemente der Trägheits- und Central-Ellipsen sind durchweg Culmann's Schöpfungen und gehören mit zu seinen hervorragendsten Leistungen. In der zweiten Auflage seines Werkes „graphische Statik“ ist denn auch dem Capitel „Trägheitsmomente“ besondere Aufmerksamkeit zu Theil geworden und bei dem reichen Inhalt an originellen Gedanken, der ebenso anschaulichen wie eleganten Behandlungsweise ist man zur Behauptung berechtigt, dass die Culmann'sche Lehre vom Trägheitsmomente Gegenstand von Quellenstudien selbst künftiger Generationen bleiben wird.“

Im Anfange der 60er, sowie in den letzten Jahren war es vorwiegend die Theorie der Elasticität des Materials, die Culmann beschäftigte. Er knüpfte hierbei an die Arbeiten von Clapeyron, Navier, Clebsch und namentlich Winkler an, entwickelte rein geometrische Beziehungen zwischen den äussern und innern Spannungen vollwandiger Balken, stellte die neutrale Faser als Antipolare des Angriffspunktes der Kraft hinsichtlich der Central-Ellipse des Querschnitts als Ordnungscurve dar und lehrte die Construction des Kerns als antipolare Figur des Querschnittumfangs.

Durch rein synthetische Untersuchungen von Kräften, die Linien oder Flächen proportional sind, gelangte Culmann zur Involution der Kräfte und Schnittrichtungen, bestimmte die Kräfteellipse resp. das Ellipsoid und construirte schliesslich Grösse und Richtungen der Maximalspannungen, deren Inbegriff die sog. Spannungstrajektorien des Balkens bilden. Die Construction derselben ist eine der vielen Culmann'schen Schöpfungen bleibenden Werthes. Unter den diversen

Fällen, die nach Anleitung seiner Methode an der eidgenössischen polytechnischen Schule durchconstruirt wurden, verdient derjenige eine besondere Beachtung, der von dem damaligen Assistenten, Herrn Prof. Harlacher, durchgeführt wurde. Dieser Fall bestand in der Construction genannter Trajectorien in den krahnartig gestalteten Hüftknochen des menschlichen Körpers. Die Culmann'sche Construction bestätigte in schlagender Weise die Ansichten des Herrn Prof. Dr. H. v. Meyer, dass die eigenartige Lagerung der Spongiosa dieser Knochen mit der Lastübertragung zusammenhänge, also in rein statischen Grundsätzen ihre Erklärung finde!

Die Deformation elastischer Balkenelemente bildete für Culmann Gegenstand besonders eifrigen Studiums. Auch er suchte an Hand der elastischen Deformation die angreifenden Kräfte einer Construction zu bestimmen, sofern diese aus den einfachen Gleichgewichtsbedingungen nicht mehr erhältlich sind, wick jedoch in der Verwendung der Hilfsmittel von Vorgängern und Zeitgenossen wesentlich ab.

Nachdem unter Benützung der Mohr'schen Construction der festen Inflexionslinien und der Pfeilmomente am continuirlichen Balken der Kräfteplan, wie ihn nachträglich Ritter beschrieb, hergestellt war, hat Culmann mit ganzer Kraft sich dem elastischen Bogen zugewandt und seine Theorie in den Jahren 1870—1874 und 1875—1880 zu einem würdigen Abschlusse gebracht. Die Resultate seiner Arbeiten über die Bogentheorie gipfeln in der Herstellung prächtiger Kräftepläne und bilden die Krone seiner sämtlichen Schöpfungen.

Die Schilderung der Entwicklung der Culmann'schen Bogentheorie würde zu weit führen; unerwähnt können wir indessen nicht lassen, dass Culmann nach Vorgang Winkler's zunächst auf rechnerischem Wege die Kräfteschnittlinien resp. Umhüllungscurven parabolischer Bogen unter speciellen, nur selten erfüllten Annahmen ermittelte. Die Ergebnisse dieser Rechnungen sind in den Jahren 1872 bis 1874 bei Berechnung hölzerner und eiserner Brücken an der Schule ausschliesslich verwendet worden. Culmann erkannte jedoch bald ihre Unzulänglichkeit und sein Bestreben war fortan dahin gerichtet, eine universelle graphische Lösung der Aufgabe herbeizuführen, die völlig unabhängig von Zufälligkeiten der Form, Art der Construction und der Belastung die Sache nimmt, wie sie eben ist.

Nach mancher mühevollen Wendung ist es dem Meister schliesslich gelungen, die ganze Frage auf eine einfache Construction, die von derjenigen der Flächenmomente zweiten Grades bloss formell verschieden ist, zurückzuführen und zu zeigen, dass die Richtungen der Bogenreaction durch trimetrische Coordinaten hinsichtlich eines Fundamentaldreiecks, bestehend aus Mittelpunkt der Elasticitätseellipse und den Antipolen der Coordinatenachsen hinsichtlich dieser Ellipse als Ordnungscurve, ohne nennenswerthe Mühe bestimmbar sind. Grösse der trimetrischen Coordinaten, die Richtungslinien der schiefen Bogenreactionen, sowie die Lage der Fundamentalepunkte wurde ursprünglich nur mit Rücksicht auf die vom Momente der angreifenden Kräfte herrührende Deformation der Construction bestimmt; seit 1877 haben auch die Einflüsse der scherenden und pressenden Kräfte Berücksichtigung gefunden.

Kaum war der Kräfteplan des vollwandigen Bogenträgers hergestellt, als Culmann auch schon das versteifte Bogenfachwerk in Arbeit nahm, und hier kann ich eine kleine Episode nicht unerwähnt lassen, die den scharfen, klaren Blick Culmann's, sowie seinen Arbeitsvorgang kennzeichnet. Culmann war es von vornherein klar, dass beim Bogenfachwerk die Knotenpunkte des Systems die Rolle der Schwerpunkte der  $\alpha$ fernen Punkte auf Tangenten und Normalen der vollwandigen Bogenelemente spielen. Den Beweis zu leisten, wollte nicht glücken; ein Todesfall in seiner Familie führte Culmann für einige Tage nach dem Elsass. Während seiner Rückreise hatte er den Beweis mittelst des Principes der Momentandrehung geleistet und wenige Wochen später konnte der erste Kräfteplan des versteiften Bogens in Angriff genommen werden. Hierauf reiht sich die Untersuchung der sog. continuirlichen Bogenträger und deren Umkehrungen, die versteiften Ketten, an, und mit der eben angebahnten Anwendung der Elasticitätstheorie zur Berechnung der Steifigkeitconstructions flexibler Träger sollte die Kette dieser genialen Leistungen für immer geschlossen werden.

Den Werth der Culmann'schen Bogentheorie characterisirt trefflich die Thatsache, dass sie den Weg aus der Schule nach diversen Brückenbauanstalten der Schweiz, Deutschlands und Frankreichs gefunden und sich dort eingebürgert hat. Die grossartigen Bogenbrücken, welche seit 1876 in der Schweiz ausgeführt wurden, sind sämtlich nach Culmann's Theorie berechnet und es haben Brückenbauetablis-