

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 59/60 (1912)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Die Berninabahn  
**Autor:** Bosshard, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-29953>

### **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:** 15.03.2025

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

INHALT: Die Berninabahn. — Der Kraftbedarf der Gotthardbahn mit Rücksicht auf die Neuanlagen für deren elektrischen Betrieb. — Neuere Zürcher Giebelhäuser. — Die neuen elektrischen Lokomotiven der Berner Alpenbahn. — Bundesrat L. Perrier. — Miscellanea: Schweiz, Bundesbahnen und Schweiz, Wasserkräfte. Bebauungsplan für Karlsruhe. Erweiterung der Kraftreservenanlagen der Stadt Zürich. Standesfragen und Berufsmoral. Die Evertalsperre bei Hemfurth, Kraftgas-Generatoren zur Vergasung von Koksgrus, Anthrazitgrus und Rauchkammerlösche. Grösse der Schau-

fenster. Hauenstein-Basistunnel. Schweiz, Verband für die Materialprüfungen der Technik. Zur Frage der Gebirgs- und Gesteinsfestigkeit. — Konkurrenzen: Naturgeschichtliches Museum in der Rue Sturm in Genf. — Literatur: Beiträge zur Theorie und Berechnung der im Eisenbetonbau üblichen elastischen Bogen, Bogenstellungen und mehrstieligen Rahmen. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung. Tafeln 36 bis 39: Das „Schlössli“ am Zürichberg.

Band 59.

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

Nr. 11.

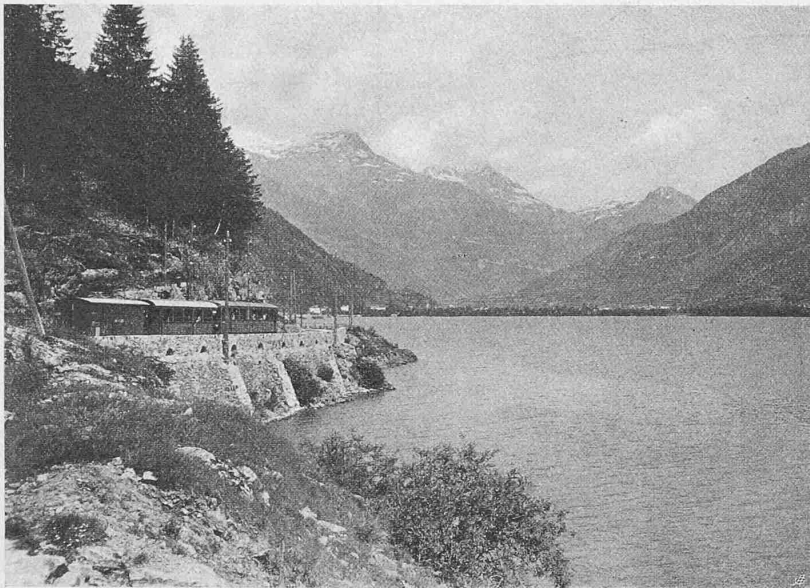


Abb. 31. Bahnkörper in der verbreiterten Strasse am Poschiavo-See.

**Die Berninabahn.**

Von E. Bosshard, Ingenieur

der A.-G. Alb. Buss & Cie., Bauunternehmung in Basel.

(Fortsetzung von Seite 102.)

**III. Normalien.**

Die Ausführung der Berninabahn erfolgte auf Grund folgender Annahmen und Normalien:

Die *Maximalsteigung* ist zu 70‰ festgelegt worden. Die vorhandene Terraininformation bedingte, dass von dieser Maximalsteigung reichlich Gebrauch gemacht werden musste. Die längste 70‰-Rampe ist vorhanden zwischen dem Hospiz und Poschiavo und erreicht, abgesehen von den in den Haltestellen reduzierten Gefällen und der kurzen 15‰-Strecke bei Cavaglia, die anscheinliche Länge von rund 18,3 km. Das gesamte Längenprofil weist folgende Steigungsverhältnisse auf:

- 0 bis 15‰ = 19 949,50 m = 32,9‰
- 15 „ 50‰ = 12 569,20 m = 20,7‰
- 50 „ 70‰ = 28 162,20 m = 46,4‰

Ganze Bahnlänge = 60 680,90 m = 100‰

Fast die Hälfte der ganzen Bahnlänge liegt also in der grossen Neigung von 50 bis 70‰.

Bei der Ausführung wurde im allgemeinen 50 m als *Minimalradius* eingehalten und nur an jenen Stellen, wo dies gar zu grosse Mehrkosten verursacht hätte, darunter gegangen. So kommt der zulässige *Minimalradius* von 40 m nur an einer Stelle (am Puschlavertsee) vor; Radien von 45 m sind an sechs Stellen vorhanden.

Die bisherigen Erfahrungen im Betriebe der Berninabahn zeigen, dass auch die Radien von 50 m den Betrieb noch sehr ungünstig beeinflussen und dass bei ähnlichen Bahnprojekten besser nicht unter 60 m Minimalradius gegangen wird.

Sämtliche Kurven bis und mit 200 m Radius haben *Uebergangskurven* erhalten. Für diese Uebergänge zwischen der Geraden und den Kurven wurden folgende Regeln aufgestellt:

Die Uebergangskurven sind kubische Parabeln mit konstanter Länge von 20 m für Strecken in 0 bis 50‰ Gefälle und von 15 m für Strecken in 50 bis 70‰ Gefälle (Abbildung 28, Seite 144).

Die Uebergangsbögen zweier Gegenkurven können sich in ihren Anfangspunkten berühren; die minimale Länge der Zwischengeraden zwischen den theoretischen Bogenanfängen zweier Gegenkurven ist daher gleich der Länge der Uebergangskurve.

Die *Ueberhöhungsrampen* fallen zusammen mit den Uebergangskurven, d. h. die Schienenüberhöhung beginnt mit 0 am Anfang A der Uebergangskurve und wächst gleichmässig bis zum vollen Betrage bis zum Ende B der Uebergangskurve. Die innere Schiene bleibt beständig in ihrer normalen Lage, die Schienenüberhöhung wird ausschliesslich durch Heben der äusseren Schiene herbeigeführt.

Die *Spurerweiterung* beginnt mit 0 am theoretischen Bogenanfang, also im Punkte D der Uebergangskurve und erreicht ihren vollen Betrag im Endpunkte B der Uebergangskurve; der Uebergang von der nor-

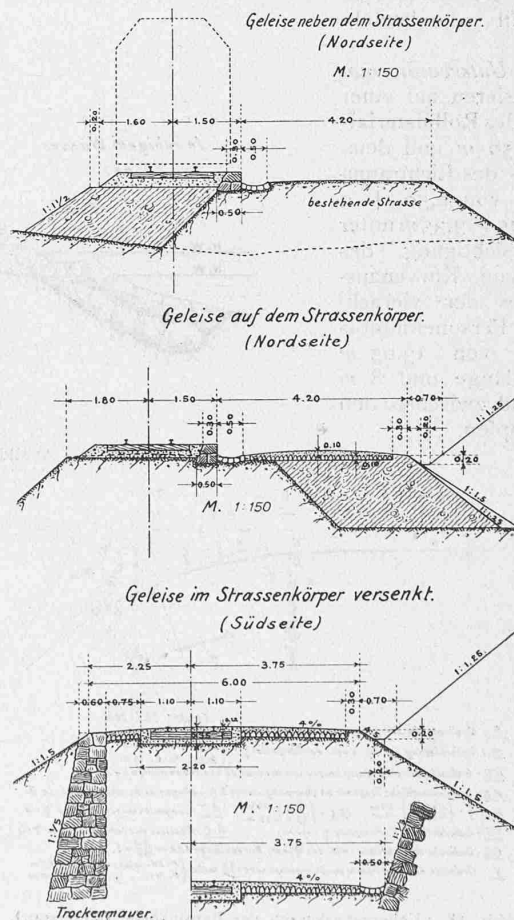


Abb. 30. Normalien für Geleise in und neben der Strasse.

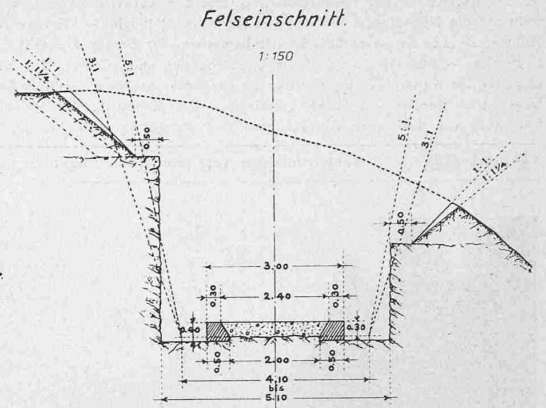
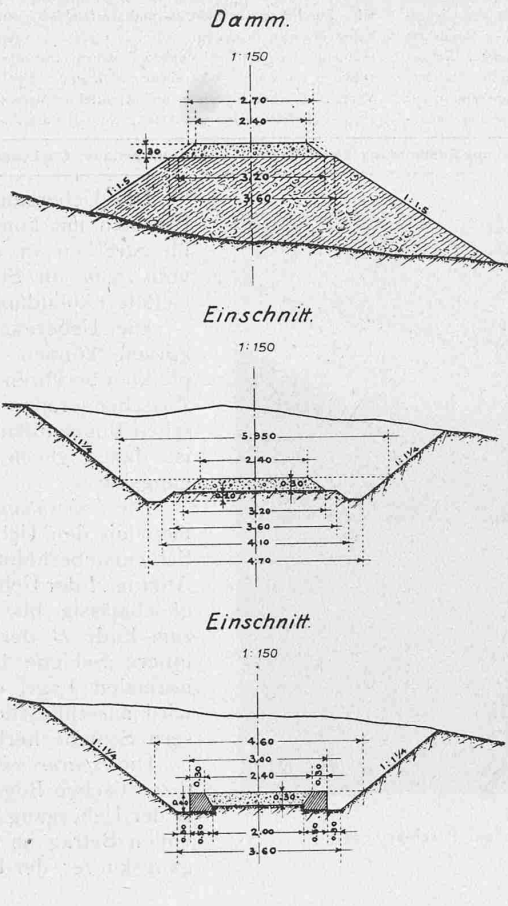
malen Spurweite in der Geraden zur erweiterten Spur in der Kurve findet also immer in der zweiten Hälfte der Uebergangskurve statt. Die äussere Schiene bleibt beständig in der normalen Lage, die Spurerweiterung wird ausschliesslich durch Auswärtsverschiebung der innern Schiene erreicht.

In Bezug auf die Tunnel:

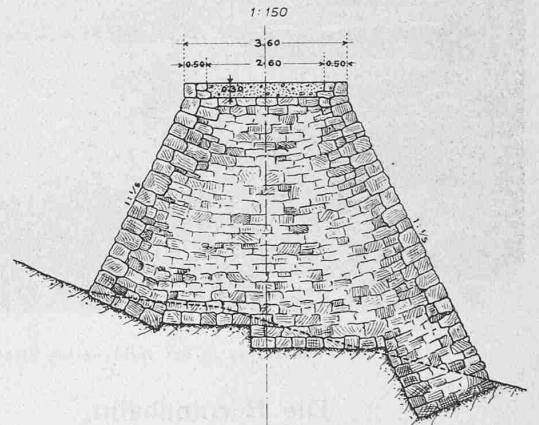
Beim Uebergang von der Geraden in die Kurve findet die Erweiterung des Tunnels immer in der ersten Hälfte der Uebergangskurve statt, sodass je-  
weilen am theoretischen Bogenanfang schon das voll erweiterte Kurven-Tunnelprofil vorhanden ist.

Bei teilweise gebogenen und teilweise geraden Tunnels ist für gerade Stücke von weniger als 20 m Länge das der anschliessenden Kurve entsprechende erweiterte Tunnelprofil durchzuführen.

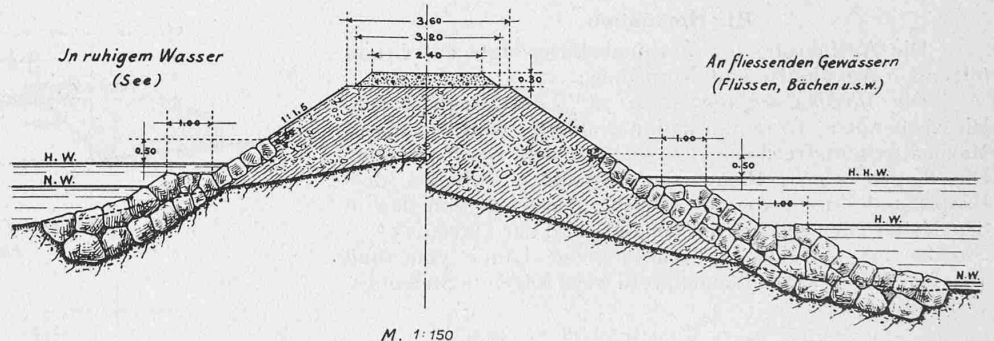
Die *Unterbaumnorma-  
lien* basieren auf einer Breite des Rollmaterials von 2,50 m und demgemäss des Lichtraum-  
profils von  $2,50 + 2 \times 0,425 = 3,35 m$  unter Berücksichtigung des jeweiligen Kurvenaus-  
schlages der vierachsigen Personenmotor-  
wagen von 13,05 m Kastenlänge und 8 m Abstand zwischen den Drehzapfen.



Vollgeschichteter Steindamm  
aus bindendem Steinmaterial.

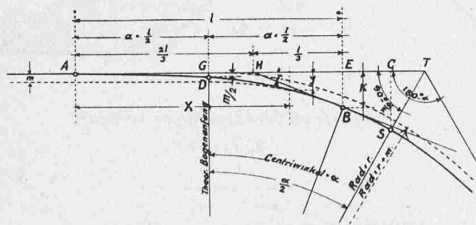


Dammfuss-Sicherung  
Steinwurf mit Trockenpflaster.



M. 1:150

Abbildung 29. Damm- und Einschnitts-Normalien.



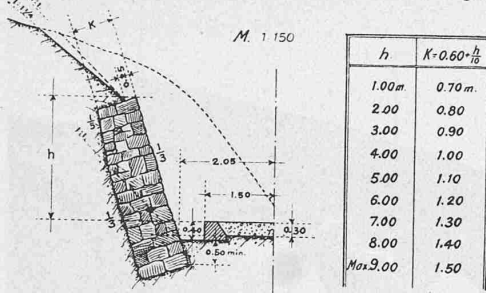
$K$ . Ordinate der Übergangskurve am Endpunkte  $\frac{l^2}{6r}$  für  $l = 20 m$ ,  $\frac{16,667}{300}$  für  $l = 15 m$ .  
 $m$ . Verschiebung der Curve oder der Tangente  $\frac{l^3}{6r^2}$  für  $l = 20 m$ ,  $\frac{16,667}{300}$  für  $l = 15 m$ .  
 $G.D.$  Ordinate der Übergangskurve am theoretischen Bogenanfang  $\frac{l^2}{6r}$ .  
 $H.B.$  Gemeinschafliche Tangente an Übergangskurve & Kreisbogen im Berührungspunkte  $B$ .  
 $H.E. = \frac{l}{2} \cdot \left\{ 5,67 m \text{ für } l = 20 m, \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{l^2}{2r} \text{ für } l = 20 m, \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{l^2}{2r} \text{ für } l = 15 m, \right. \right. \right.$   $A.T.$  Tangententlänge  $(r+m) \cdot \tan \frac{\alpha}{2} + a$   
 $T.S.$  Scheitelabstand  $(r+m) \cdot \sec \frac{\alpha}{2} - l$ ;  $A.C.$  Abscisse des Scheitels  $r \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + a$   
 $C.S.$  Ordinate des Scheitels  $r(1 - \cos \frac{\alpha}{2}) + m$ ; Kurvenlänge  $ASA = r \cdot \frac{\alpha}{180} + l$ .  
 $y$ . Ordinate einzelner Punkte der Übergangskurve  $\frac{l^2}{6r} \cdot \frac{x^3}{l^3}$  wobei  $(P = 20, \text{ also } y = \frac{16,667}{300} \cdot \frac{x^3}{8000}$  für  $l = 20 m$ ,  
 $(P = 15, \text{ also } y = \frac{16,667}{300} \cdot \frac{x^3}{3375}$  für  $l = 15 m$ .

Abb. 28. Uebergangskurven der Berninabahn (Meterspur).  
Bei der Berechnung von  $HE$  und  $lg \gamma$  ist die zur Sehne  $l$  gehörige Pfeilhöhe des Kreisbogens gegenüber dem Radius  $r$  vernachlässigt.

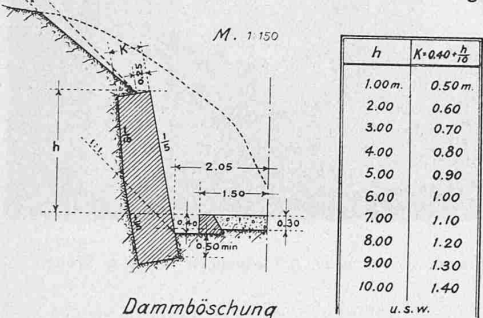
Die Kronenbreite des 0,30 m hohen Schotterbettes beträgt 2,40 m, die Breite des Bahnplanums 3,60 m. In grössern Einschnitten wurde versucht, die Einschnittsmassen durch Anbringung von Bankettmüerchen zu reduzieren, indem sich dadurch die Einschnittsbreite auf Schwellenhöhe von 5,95 m auf 4,60 m vermindern liess. Die Breite der Felseinschnitte ist je nach Gestein und Höhe 4,10 bis 5,10 m (Abbildung, 29).

Bankettmüerchen in Trockenmauerwerk kamen ferner zur Verwendung beim Strassenprofil der Nordseite zur seitlichen Abgrenzung des um 0,05 bis 0,50 m erhöhten Bahnkörpers von der Strasse. Diese Erhöhung des Bahnkörpers über die Strasse wurde vorgesehen, um die Nivellette der Bahn von dem stark wechselnden Längenprofil der Strasse unabhängig zu machen und überdies die Schneeräumung zu erleichtern. Auf der Südseite von Poschiavo abwärts, wo Strassenbenützung durch die Bahn streckenweise vorkommt, liegt der Schnee nicht lange und gewöhnlich nur in unbedeutender Menge, sodass hier von einer Er-

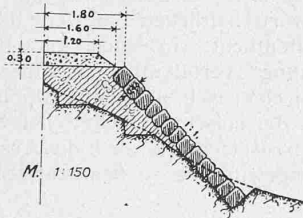
Futtermauer aus trockenem Mauerwerk mit 1/3 Anzug.



Futtermauer aus Mörtelmauerwerk mit 1/3 Anzug.

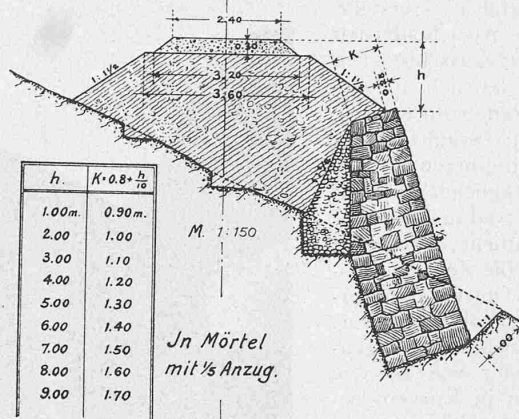


Dammböschung mit Trockenpflaster

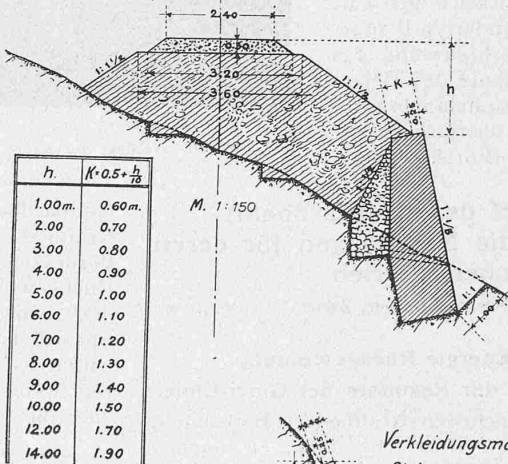


Stützmauern mit Überschüttung

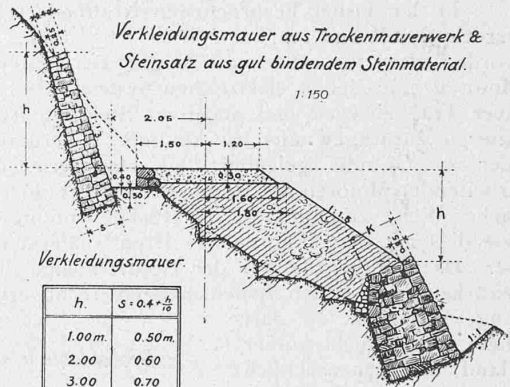
Trocken mit 1/3 Anzug.



In Mörtel mit 1/3 Anzug.



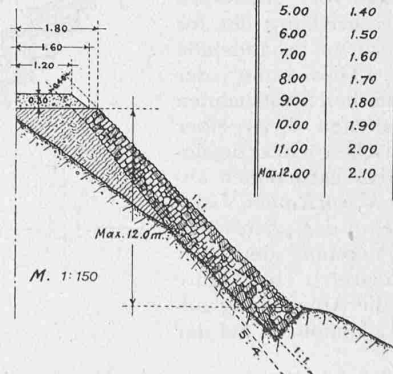
Verkleidungsmauer aus Trockenmauerwerk & Steinsatz aus gut bindendem Steinmaterial.



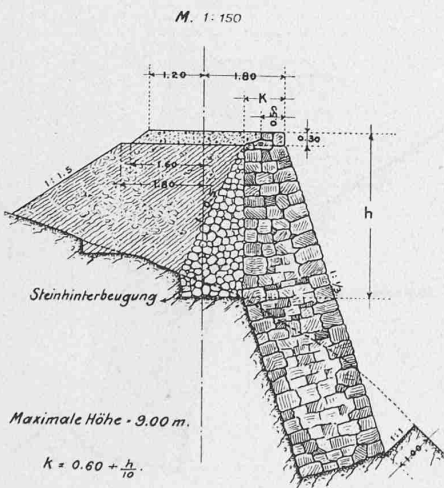
Steinsatz.

h	$K = 0.9 + \frac{h}{10}$
1.00m	1.00m
2.00	1.10
3.00	1.20
4.00	1.30
5.00	1.40
6.00	1.50
7.00	1.60
8.00	1.70
9.00	1.80
10.00	1.90
11.00	2.00
Max 12.00	2.10

Dammböschung mit Rollirung.



Stützmauer mit 1/3 Anzug trocken



Die Berninabahn.

Abbildung 32.  
Normalien für Stütz- und Futtermauern in Mörtel- und in Trockenmauerwerk; Böschungs-Verkleidungen.

Masstab 1 : 150.

höhung des Bahnkörpers Umgang genommen und das Geleise in den Strassenkörper versenkt wurde. Dadurch konnte die totale Breite von Bahn- und Strassenkörper, ohne Seitengraben, von 7,50 m der Nordseite auf 6, bzw. 6,50 m der Südseite reduziert werden (Abb. 30 u. 31, S. 143).

Das Stütz- und Futtermauerwerk wurde, wo irgendwie angängig und wo passendes Steinmaterial in der Nähe vorhanden, nach den kräftigen Normalien in Trockenmauerwerk ausgeführt, um die in jener Gegend überaus kostbaren Baumaterialien, Bindemittel und Sand, nach Möglichkeit zu sparen (Abbildungen 32 bis 34, S. 146).

Die steinernen und eisernen Brücken und Viadukte haben, dem Gewicht eines voll besetzten Personenmotor-

wagens von rund 31,3 t und der Länge von 13,95 m zwischen den Puffern entsprechend, einem Achsdruck von 7,85 t bzw. einer gleichmässig verteilten Belastung von 2,25 t pro lfd. m zu genügen. Eiserne Brücken kamen speziell da zur Verwendung, wo die Konstruktionshöhe für eine Steinkonstruktion fehlte.

An Brücken und Viadukten von über 10 m Länge sind 21 Stück vorhanden, wovon 17 in Stein und vier in Eisen (Abbildung 35, 36).

Beton kam für die Brückenbauten nur ganz ausnahmsweise zur Verwendung, die hohen Anschaffungs- und Transportpreise von Sand und Zement machten ihn zu teuer. Das Pfeilermauerwerk der steinernen Brük-

ken wurde in Schichtenmauerwerk in hydraul. Mörtel 1 : 3, das Gewölbemauerwerk in Spitzsteinmauerwerk und grösstenteils in Portlandzementmörtel 1 : 3 erstellt. Als Steinmaterial für die Ansichtsflächen der Kunstbauten kam fast ausschliesslich Granit zur Verwendung, der sich an verschiedenen Stellen, bei Montebello Km. 13, beim Berninahospiz Km. 24, Cavaglia Km. 33 und Brusio Km. 55 in Findlingen in der Nähe des Tracé in vorzüglicher Qualität vorfand. Dieses Steinmaterial musste aber grösstenteils auf beträchtliche Distanzen zugeführt werden, sodass die Zeit der Ausführung der verschiedenen Objekte vom Vorrücken des Oberbaues stark abhängig war.

Als Minimalabstand zwischen Wagenkasten und Viaduktgeländer war 0,60 m festgesetzt. Auf Viadukten in Kurven, wo der Wagnauschlag zu berücksichtigen war, wurde mit Vorteil der Geländertyp II angewendet, da hierbei die Verbreiterung des Mauerwerkes mit der Zunahme des Geländerabstandes nicht Schritt zu halten braucht (Abb. 37); er erwies sich überdies solider als Typ I. (Forts. folgt.)

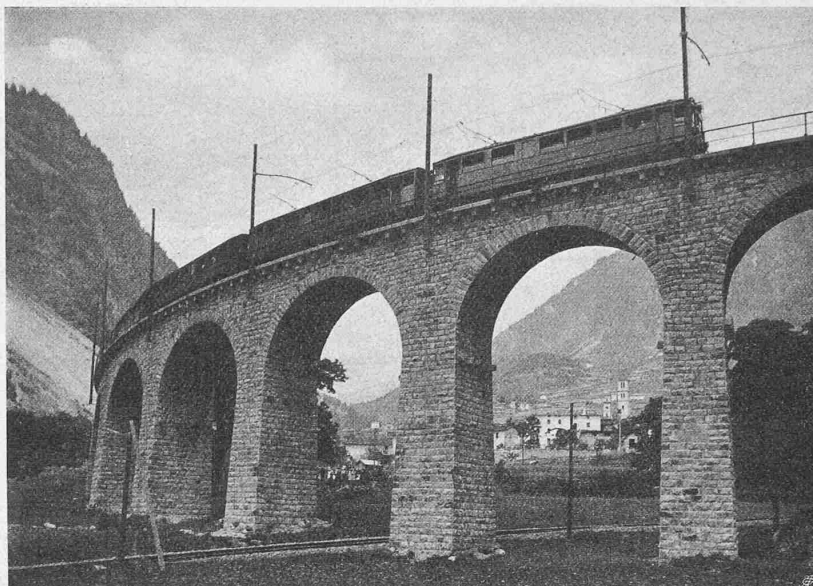


Abb. 36. Viadukt der Kehre bei Brusio,  $R = 70\text{ m}$ , 9 Öffnungen zu 10 m Weite.

### Der Kraftbedarf der Gotthardbahn mit Rücksicht auf die Neuanlagen für deren elektrischen Betrieb.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur, Zürich.

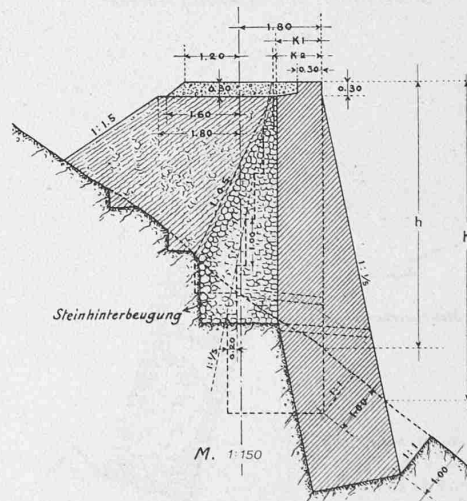
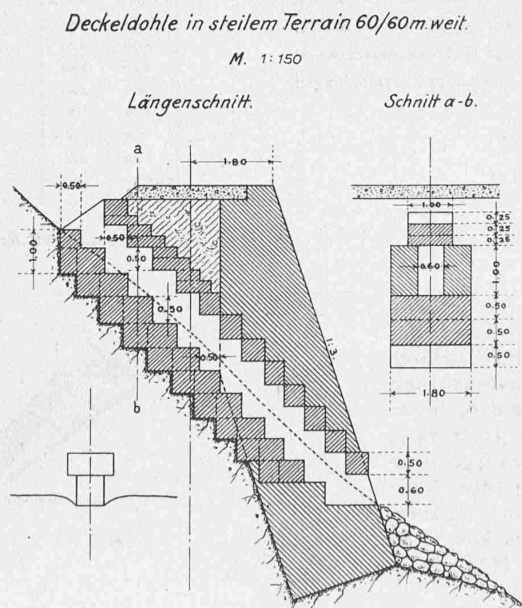
#### Die Frage der Energie-Rückgewinnung unter Berücksichtigung der Resultate der Giovi-Linie.

In der bisher gesprochenen Kraftbedarfs-Berechnung der Gotthardbahn ist keine Rücksicht darauf genommen worden, dass theoretisch die Möglichkeit besteht, mit den Motoren eines jeden elektrischen Systems die infolge negativer Trägheitskraft und negativer Steigung frei werdende Energie zurückzugewinnen zu können. Allerdings sind die hier zu Grunde gelegten und mit Serie-Charakteristik arbeitenden Motoren des Einphasensystems nicht in so einfacher Weise zur Funktion der Rückgewinnung zu bringen, wie dies mit den Motoren des Drehstromsystems der Fall ist. Da aber gerade auf der Gotthardbahn die eventuell zurückzugewinnenden Arbeitsmengen recht erhebliche Beträge erreichen, so darf diese Frage nicht kurzer Hand als nebensächlich behandelt werden. Auch findet sich in der technischen Literatur schon eine auf Grund der Berücksichtigung der Energie-Rückgewinnung durchgeführte Kraftbedarfs-Berechnung für die Gotthardbahn vor. Anlässlich der Beschreibung des für die noch zu behandelnde sogen. „Giovi-Linie“ der italienischen Staatsbahnen geschaffenen Typs einer elektrischen Güterzugslokomotive hat nämlich Direktor K. von Kando, Vado-Ligure, in der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“<sup>1)</sup> im Jahre 1909 die Anwendung solcher Lokomotiven auf der

Gotthardbahn vorgeschlagen und bei dem Anlass eine Kraftbedarfsberechnung für die Gotthardbahn mit besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Tragweite der Energie-Rückgewinnung veröffentlicht. In einem kurz nachher in der „Schweiz. Bauzeitung“ veröffentlichten Aufsatz „Ueber Speziallokomotiven für elektrisch betriebene Alpenbahnen“<sup>2)</sup> hatten wir sowohl an der maschinentechnischen Seite jener Beschreibung etwas anzusetzen, als auch die Ausführungen über die Energie-Rückgewinnung zu beanstanden, obwohl

<sup>2)</sup> Band LIV, Seite 300.

Stützmauer senkrecht & mit  $\frac{1}{5}$  Anzug in Mörtel.



Höhe h in m	Kranenbreiten in m	
	K <sub>1</sub> , bei $\frac{1}{5}$ Anzug	K <sub>2</sub> , senkrecht
1.00	0.60	0.70
2.00	0.60	0.70
3.00	0.75	0.90
4.00	0.85	1.00
5.00	1.00	1.20
6.00	1.15	1.30
7.00	1.25	1.45
8.00	1.40	1.60
9.00	1.50	1.70
10.00	1.65	1.80
12.00	1.90	2.10
14.00	2.15	2.30

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. J. 1909, S. 1249 ff.

Abb. 33 u. 34. Berninabahn-Normalien. — 1:150.