

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115/116 (1940)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Vom Bau der Sustenstrasse Innerkirchen-Wassen  
**Autor:** K.H.G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-51145>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

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

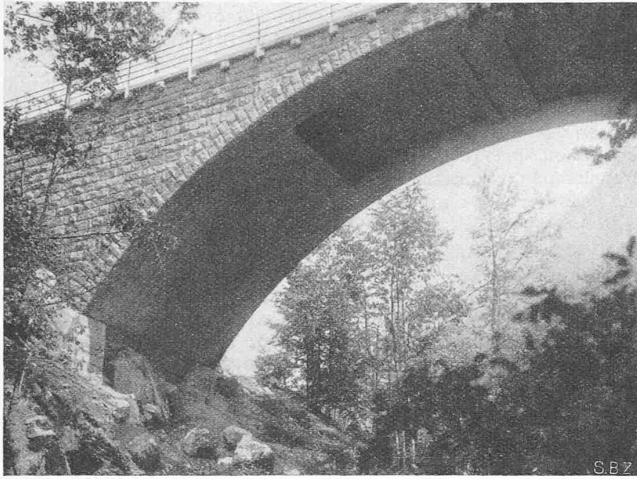


Abb. 1. Untersicht der Brücke in Wiler, Beton mit Steinverkleidung

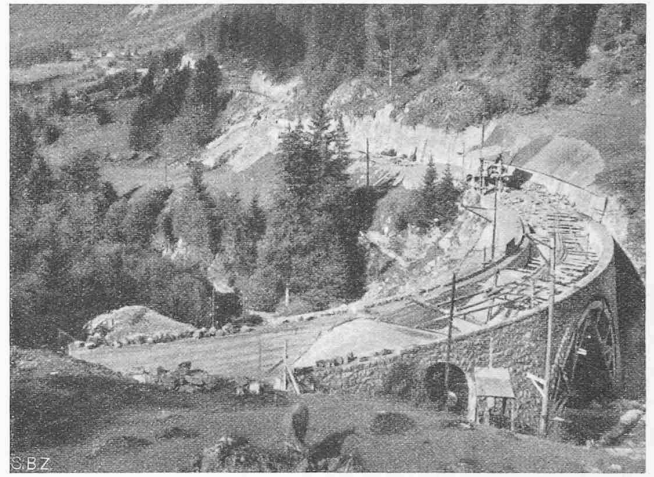


Abb. 2. Wendenwasserbrücke, R = 50 m, Hauptbogen 20 m Stützweite

## Vom Bau der Sustenstrasse Innertkirchen-Wassen

Mit 12 Abb., bewilligt gemäss B. R. B. vom 3. Okt. 1939 am 6. und 26. Jan. 1940. Die Wiedergabe bereits vorbereiteter Pläne musste zu unserem Bedauern unterbleiben. — Abb. 2, 4 und 5 Photopress Zürich.

In Band 110, Seite 124\* ff. (1937) haben wir über das generelle Projekt anhand von Plänen und Bildern berichtet; es sei darauf verwiesen. Heute können wir mit obigen und nachfolgenden Bildern einen Eindruck von den zu bewältigenden Bau-schwierigkeiten vermitteln, die sich besonders häufen auf der 6 km langen Strecke vom Wendenwasser (Abb. 2) bis zur Bäregg, Bausektionen X bis XIII der Berner Seite, und in der 2 km langen Entwicklung in der Meienreuss-Schlucht von Wassen bis auf die Höhe der Meienschanze auf der Urner-Seite.

\*

**Bernerseite, Westrampe.** Von dieser zeigt die eingangs erwähnte Darstellung in Bd. 110 die Entwicklung vom Wendenwasser bis zur Passhöhe in einem Kurvenplan. Das sehr bewegte Tracé beschreibt Obering. S. Menn, dem wir einen Teil unserer Bilder verdanken, in «Strasse und Verkehr» Nr. 23/24 1939 wie folgt (auszugsweise):

«Bei der Tracéwahl dieses Teilstückes musste auf die grossen Lawenzüge der Wanglauri einerseits und der Tieflauri andererseits Rücksicht genommen werden; diese bedingte die Brückenstelle über das Wendenwasser, die ursprünglich bedeutend weiter oben im Wendenwassertal vorgesehen war. Von hier aus konnten unter Anwendung eines maximalen Gefälles von  $8 \div 9\%$  und unter Ausnützung aller Entwicklungsmöglichkeiten die wenigen günstigen Punkte, die sich zum Anlegen von Wendepunkten eigneten, erreicht werden. Bei der Wendenwasserbrücke beginnt die eigentliche Steilrampe. Kurz aufeinander folgen sich die beiden ersten Wendepunkte im Jungholz, die hätten vermieden werden können, wenn man vermittelst der oben erwähnten, höher gelegenen Brückenstelle das Wendenwassertal besser hätte ausfahren können. Anschliessend an die zweite Wendepunkte wird der Eynollen mit einem 40 m langen Tunnel durchstoßen, um die Talrinne des Schwarzbrunnenbaches zu erreichen. Gleich nach dessen Ueberbrückung wird das für die dritte Wendepunkte sich gut eignende Plateau im Saageli erreicht, um dann über den zweiten obern Saageli viadukt und den ganzen Westhang vom Wysstanni traversierend nach Wendepunkte IV im Gschletterschlagwald zu gelangen. Diese Wendepunkte mit den anschliessenden Rampen dürfte eine der kostspieligsten Teilstrecken der Sustenstrasse sein. Auf kaum 2 km Länge folgen sich hier drei  $60 \div 90$  m lange Tunnel, drei Viadukte mit mehreren 8 m-Oeffnungen (Abb. 4), die grosse Stützmauer der Wendepunkte mit über  $1000 \text{ m}^3$  Mauerwerk und 15 bis 20 m hohe Felsanschnitte (Abb. 3).

Mit einem Viadukt von drei Oeffnungen zu 8 m in der sogenannten Klus überquert das Tracé zum dritten Male den Schwarzbrunnenbach, um dann in weitem Bogen ausholend den Feldmooshubel zu umfahren. Hier ist auf eine Länge von 200 m das volle Profil in den Felsen gehauen, und man kann sich fragen, ob nicht ein Tunnel mit mehreren Fenstern in dieser exponierten Felspartie am Platze gewesen wäre. In Anbetracht der unvergleichlich schönen Talsicht muss aber vom touristischen Standpunkt aus der nun in Ausführung begriffenen offenen Linienführung unbedingt der Vorzug gegeben werden. Nach Umfahrung des Feldmooshubels folgt eine weitere Wendepunkte über dem Feldmoosläger. Ein Stichbogen von 20 m Spannweite

überbrückt auf Kote 1685 den Laubbach. Durch die Höll führt das Tracé, zum Teil der alten Strasse folgend, in Felsen gehauen oder durch kurze Tunnel, bis zum Hotel Steingletscher. Von da wird noch zu einer letzten grossen Kehre nach der Wendepunkte auf Kote 1920 ausgeholt, um dann, den rechten Talhang traversierend, die Passhöhe auf Kote 2257 zu erreichen.»

Zur Ausführung der nach den Bergstrassennormalien des V. S. S. mit 6 m Fahrbahnbreite entwickelten Sustenstrasse ist zu sagen, dass Stütz- und Futtermauern in der Hauptsache aus dem Ausbruchmaterial, einem harten Gneis erstellt werden, der den Objekten den aus unsern Bildern ersichtlichen, dem Bergtal entsprechenden derben Charakter verleiht. Ueber die Einzelheiten der Bauausführung sagt S. Menn l. c.:

«Sämtliche Brücken liegen in Kurven von  $35 \div 60$  m Radius. Um der Strasse auch an diesen Stellen eine möglichst flüssige Linienführung zu geben, sind alle diese Objekte nicht nur polygonal den Kurven der Strassenaxe angepasst, sondern sie sind vollständig im entsprechenden Bogen gebaut worden, was für die Projektierung und Ausführung einige Schwierigkeiten bot. An Hand eines Modells für die Wendenwasserbrücke, die in einer Kurve von 50 m Radius liegt, konnten solche Fragen studiert werden. Mit Rücksicht auf die Anpassung an die wuchtige Gebirgswelt der Gadmerflühe, sowie in Anbetracht der Frostgefahr in dieser Höhenlage sind auch sämtliche Viadukte in Beton mit Steinverkleidung ausgeführt worden (Abb. 1). Dementsprechend wurde als Mauertypus eine unregelmässige Bruchsteinverkleidung, roh gespitzt, mit starken Bossen gewählt. Selbst die Kranzsteine der Brückengewölbe sind, mit Ausnahme der Wendenwasserbrücke, nicht auf eine regelmässige Gewölbstärke zugeschnitten, sondern als umgekehrte Rollschär ausgebildet worden. Diese einfache Ausführungsart, die sich übrigens gut ausnimmt, ist bedingt durch das vorhandene Steinmaterial. Dieses ist ein gesunder, aber nur in einer Richtung spaltbarer Gneis (Innertkirchener oder Erstfelder Gneis) sowie ein als Findling im Wendenwasser vorkommender Kieselkalkstein aus der Titlisgegend, der sich zur Herstellung der Gewölbestirnkranze und der Rollschärabdeckungen sehr gut eignet. Der schwach plastische Beton P. 300 der Brückengewölbe ist pervibriert eingebracht worden und mit einer leichten Eisenarmierung versehen.

Zweifelloos wird es nicht an Kritikern fehlen, die die Ausführung der Massivbrücken, sowie die restlose Verkleidung der Betonkumbauten mit Naturstein als zu

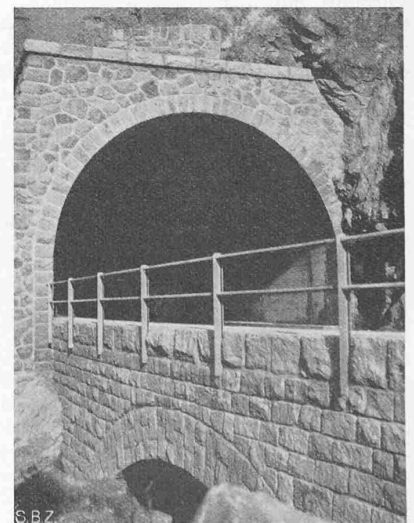


Abb. 5. Hinterflühltunnel, Ostportal

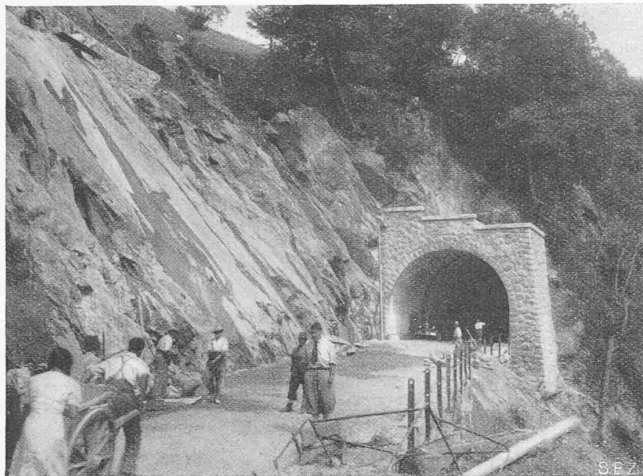


Abb. 3. Westportal des Hinterflühli-Tunnels mit Voranschnitt

teuer beanstanden werden. Dazu ist aber zu bemerken, dass die Mehrkosten der infolge Frostgefahr bedingten höhern Zementdosierung ebenfalls nicht unbedeutend gewesen wären. Andererseits ist obige Mehraufwendung restlos für Arbeitslöhne an Steinhauer und Maurer aufgewendet worden, wobei nicht zu unterschätzen ist, dass viele Maurer durch Anwendung des vorhandenen, «wilden» Steinmaterials erstmals gezwungen worden sind, ein unregelmässiges, aber sorgfältiges handwerkliches Bruchsteinmauerwerk zu erstellen (Abb. 2 bis 5).

Der in den Tunneln durchfahrene Fels ist sehr kompakt und kann zum grössten Teil unverkleidet bleiben; es ist daher aus wirtschaftlichen Gründen zum Teil ein flaches Tunnelprofil gewählt worden (Abb. 7 auf S. 124 von Bd. 110). Da die Tunnel in 8 ÷ 9 ‰ Gefälle liegen, sollte auch dieses flache Profil keinen nachteiligen Einfluss auf die Ventilation haben, die infolge des natürlichen Luftzuges vollständig hinreichend ist. Zwecks besserer Sicht und guter Griffigkeit ist in den Tunneln ein Betonbelag vorgesehen; wo dies aber infolge genügender Fenster und geringem Gefälle nicht erforderlich ist, wird der gleiche Belag wie im Freien durchgeführt. Wesentlich zur Sicht und Führung in den Tunneln trägt das aus Beton erstellte, 90 cm breite Trottoir einerseits und das ebenfalls aus Beton erstellte Schrammbord von 20 cm Höhe und 40 cm Breite andererseits bei. Für die natürliche Beleuchtung eignen sich Tunnel mit schwachen Kurven oder S-Form besser als Gerade, da das durch die Portale und Fenster einfallende, an den Wänden reflektierte Licht eine diffuse Beleuchtung erzeugt, wogegen in geraden Tunneln das Auge stets von dem durch den Tunnelausgang eintretenden grellen Licht geblendet wird. Die Wendeplatten sind alle gut übersichtlich und haben einen Minimalradius von 15 m, 12 ‰ Quergefälle und werden mit einem Betonbelag oder einer Steinpflasterung versehen.»

Für weitere Einzelheiten hinsichtlich Fahrbahngestaltung und -Entwässerung sowie über die umfangreichen Bauinstallationen sei auf S. Menn l. c. verwiesen. Das schlechte Wetter 1939 und die Mobilisation haben den Baufortschritt verzögert, ohne dass aber das Bauprogramm wesentlich beeinflusst worden wäre. Die Arbeiten werden auch im Winter nie ganz unterbrochen, indem in den zahlreichen Tunneln gearbeitet wird. Als Bausumme für die 28,223 km lange Bernerrampe weist der Voranschlag 12632000 Fr. auf, das sind rd. 450000 Fr./km im Gesamtdurchschnitt; die Bauvollendung ist auf 1942/43 vorgesehen. Die Organisation des ganzen Baubetriebs ist eine vorbildliche, was wir hier mit Rücksicht auf die in Bd. 112, S. 165 zum Ausdruck gebrachten grundsätzlichen Bedenken gerne feststellen.

#### Urnerseite, Ostrampe

Schon ist der Sustenstrassenbau von Wassen aus fast 2 km weit vorgedrungen und hat damit den eigentlichen Eintritt ins Meiental vollzogen, sodass es interessieren dürfte, in einem kurzen Zwischenbericht Kenntnis zu geben vom Verlauf des Tracé und des Baues selbst.

Wie wir uns durch den Besuch der Baustelle selbst überzeugen konnten, übertrifft das auf Vorschlag von Kantonsingenieur D. Epp gewählte Tracé alle andern Möglichkeiten bei weitem, sodass die aus Automobilisten- und merkwürdigerweise aus Heimatschuttkreisen stammenden Einwände, die Einmündung in Wassen sei ungünstig, nicht standhalten gegenüber den

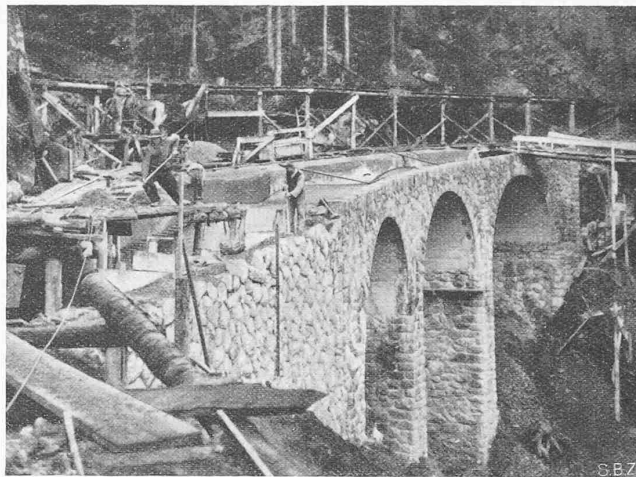


Abb. 4. Oberer Grossgraben-Viadukt im Gschlatterschlagwald

Vorteilen der Linienführung im übrigen. Während die früheren Studien eine Entwicklung der Strasse in der steilen Böschung zwischen dem mittleren und oberen Ast der bekannten Wassener Gotthardbahn-Entwicklung nördlich der Station vorsahen, mit mehrmaliger Kreuzung der Bahnlinie in komplizierten, unübersichtlichen und teuren Bauwerken, unterfährt nun die Strasse in eleganter Kurve einen Bogen des bereits bestehenden südlichen Zufahrtsviaduktes der mittleren SBB-Meienreussbrücke, um hierauf in der Tiefe der Schlucht von einem vorspringenden Felskopf aus (in dem sie sich in einem 95 m langen Tunnel wendet), auf gewölbter Brücke von 32 m Spannweite die andere Seite der Schlucht (Abb. 6) zu gewinnen, die sich als jäh Felswand präsentiert, sodass erst ein Tunnel von 60 m Länge hinausführt an die offene, gut zu bebauende Halde oberhalb Leggistein, wo die Spannung den Wanderer entlässt und ihm Musse gegönnt wird, hinunter auf die SBB-Linie, auf das Dorf Wassen, sowie talwärts den Blick schweifen zu lassen. Talwärts, gegen Windgälle und Bristenstock, bietet sich sodann eine herrliche Fernsicht oberhalb der grossen Wendeplatte bei Km. 1,1, worauf die Strasse zurückbiegt gegen die Meienreusschlucht. Immer mit durchschnittlich 8 ‰ Steigung, 6 m Breite und in nicht zu engen Kurven ( $R_{\min} = 60$  m) dem Gelände sich anschmiegend, kreuzt sie dort die Bahnlinie im Grundriss zum zweiten Mal, aber 60 m höher als diese, gerade wo sie aus dem Leggisteinkehrtunnel auf die oberste Meienreussbrücke austritt. Um dieses Bauwerk vor allfälliger Gefährdung durch den Strassenbau zu schonen, wollte man ursprünglich die Strasse in einen 200 m langen Tunnel verlegen; doch zeigte sich, dass das selbe Ziel bei sorgfältigem Vorgehen auch durch Lehnbau zu erreichen war. Abb. 7 gibt einen Begriff von der Steilheit und dem ausserordentlich klüftigen Charakter des Gesteins, das vor dem Absturz z. T. durch grosse Unterfangungen zu bewahren war. Hierauf durchbricht die Sustenstrasse in einem 80 m langen Tunnel einen Felskopf und hat damit das letzte grössere Hindernis ihrer bewegten Anfangstrecke bewältigt. Bis hier ist

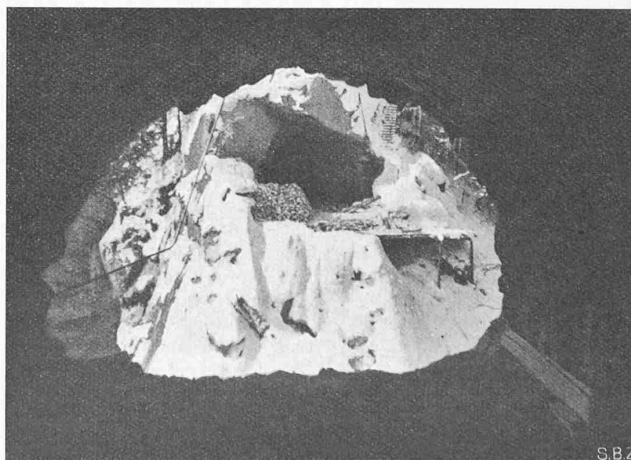


Abb. 6. Blick aus dem linksufrigen Meienreuss-Tunnel gegen Westsüdwest auf das rechtsufrige Mundloch



# Vom Bau der Sustenstrasse in der Meienreuss-Schlucht



Abb. 7. Hang bei Km. 1,75, Strasse rechts unten

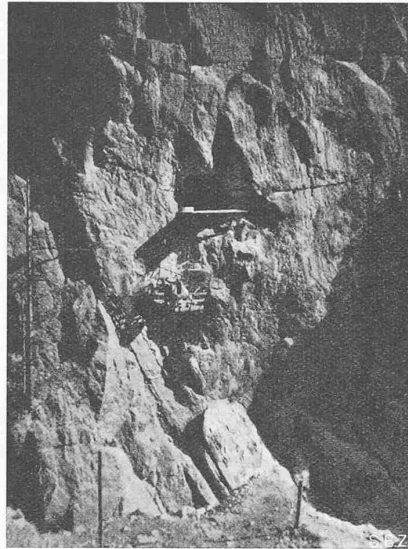


Abb. 8 u. 9. Brückenstelle in der Meienreusschlucht, Ansicht der linken Flanke

sie im Rohbau fertig, und hier beginnt der eigentliche Meientalabschnitt, wo sich die Entwicklung stets auf dem linken, sonenseitigen Hang hinzieht, der zwar durch seine stellenweise Steilheit und durch die Lawinenzüge auch noch verschiedene Schwierigkeiten bietet.

Durch diese Linienführung sind die Schwierigkeiten der SBB-Kreuzung geschickt umgangen, es konnte eine Ersparnis an Baukosten erzielt werden, verkehrstechnisch ergeben sich weniger Wendeplatten und eine übersichtlichere, gestrecktere Entwicklung, und ästhetisch vermeidet man einerseits die Zerschneidung der obengenannten Halde südlich der Meienreusschlucht durch hohe Stützmauern und gewinnt andererseits einen Blick in die imposante Schlucht und auf die Bahnbrücken. Die Abzweigung von der Gotthardstrasse in Wassen im Kulminationspunkt der Kirchberg-Rampe liess sich gegenüber dem Schulhaus günstig anordnen; die nötigen Anschlussradialen kann man gewinnen durch Niederlegung eines einzigen Hauses.

Als interessantestes Objekt ist die Meienreussbrücke (Abb. 8 bis 12) besonders zu erwähnen. Sie liegt in der durchgehenden Steigung von 7% und schliesst beiderseits an Kurventunnels an (Abb. 6). Da die Felswände schief zur Brückenaxe verlaufen, studierte man zunächst den Bau einer schiefen Brücke, doch erwies es sich in der Folge als besser, ein gerades, nur 5,5 m breites, massiv gemauertes Gewölbe einzuziehen und auf dieses eine 8 m breite, somit stark auskragende Eisenbetondecke aufzulegen. Die Abbildung 9 zeigt sehr deutlich die Aussprengung für das nördliche Gewölbe-Widerlager und darüber den Tunnel. Der Bau der Brücke wurde im November 1938 begonnen und im November 1939 vollendet. Die Baustoffe wurden von der Bahn aus mittels Seilhängebahn zugeführt, auch das Lehrgerüst baute man mittels Seilbahnen frei vor (Abb. 10). Solche dienen auch zur Versorgung der Baustellen am linken Ufer der Meienreuss.

Mit grosser Sorgfalt und Rücksichtnahme auf die Natur werden die Strassenränder ausgebildet. Volle Brüstungsmauern erhalten sie besonders dort, wo die untenliegende Bahn nicht gefährdet werden darf; auf weite Strecken wählte man als Brandung den rhythmischen Wechsel von 2,50 m langen Bruchsteinmauerstücken mit ebensolangen Rohrgeländern, und wo die Absturzgefahr am geringsten ist, dient ein durchgehendes Rohrgeländer mit Pfosten aus Dip 10 als Abschluss. Die Rohrkaliber sind in schöner Abstufung gewählt, alles Eisen ist verzinkt.

Für die Bedienung der im Meiental gelegenen Baustellen wird das alte Strässchen benützt, das dem Baubeschluss von 1811 zu verdanken ist, und das heute schon bis Färnigen befahren wird. Das kantonale Bauamt hat zwei 4 t-Sonder-Lastwagen von Saurer bauen lassen, die vermöge ihres kurzen Radstandes überall durchkommen, und dank ihres Motors von 105 PS jeder Steigung gewachsen sind. Die Brücke bei Feden im Zuge des genannten Strässchens ist durch eine eiserne ersetzt worden, und die Bauarbeiten an den ersten Losen im Meiental haben im Laufe des Herbstes begonnen. Der Baufortschritt im Meiental ist selbstverständlich umso langsamer, je mehr man sich der Passhöhe nähert. Die Entscheidung über die genaue Lage der einzigen beiden Kehren zuhinterst im Meiental — kurz unterhalb der Passhöhe — ist noch nicht gefallen.

## Stösse beim motorischen Antrieb

Der Stossvorgang beim Anlaufen der treibenden und der über ein Getriebe oder eine Kupplung mit Spiel angetriebenen Welle ist, gehörig schematisiert, analog der reibungsfreien, geraden Bewegung zweier in der anfänglichen Ruhelage etwas voneinander abstehenden elastischen Kugeln, von den Massen  $m_1$  und  $m_2$ , wenn eine (konstante) Kraft  $K$  die erste gegen die zweite treibt. Auf diese prallend, prallt jene zurück, holt sie wieder ein, stösst sie ein zweites, drittes Mal usw. Zu Beginn und Ende jedes Stosses ist der Abstand zwischen den Kugelmittelpunkten gleich der Summe ihrer Radien; in einem von der zweiten Kugel translatorisch mitgenommenen Koordinatensystem nehme dann der Mittelpunkt der ersten die Stelle  $O$  ein; in einem generellen Zeitpunkt sei seine Entfernung von  $O$  gegen die zweite Kugel hin mit  $s$ , seine Relativgeschwindigkeit mit  $w$  bezeichnet; sind  $v_1$  und  $v_2$  die Absolutgeschwindigkeiten der beiden Kugeln, so ist  $w = v_1 - v_2$ . Bei Bezug auf das genannte Koordinatensystem sind an den Massen die Trägheitskräfte  $-m_1 \ddot{v}_1$  und  $-m_2 \ddot{v}_2$  anzubringen. Zeitabschnitte, in denen die Kugeln sich nicht berühren, «Trennungszeiten», wechseln mit «Stosszeiten» ab. In Trennungszeiten gilt:

$$\begin{aligned} \dot{v}_2 &= 0, \quad K - m_1 \dot{w} = 0 \quad \dots \quad (1) \\ \left( m_1 \frac{w^2}{2} - Ks \right) &= w \left( m_1 \dot{w} - K \right) = 0 \end{aligned}$$

d. h. die Summe aus der (relativen) kinetischen und der (relativen) potentiellen Energie ist konstant.

In Stosszeiten, wo sich zwischen den Kugeln eine elastische Kraft  $K_e$  entwickelt, gilt:

$$\dot{w} = \frac{K - K_e}{m_1} - \dot{v}_2, \quad 0 = \frac{K_e}{m_2} - \dot{v}_2 \quad \dots \quad (2)$$

Nimmt man  $K_e$  dem relativen Weg proportional an —

$$K_e = cs \quad \dots \quad (3)$$

— so wird

$$\dot{w} = \frac{K}{m_1} - \frac{c}{m_1} s - \dot{v}_2, \quad 0 = \frac{c}{m_2} s - \dot{v}_2$$

Daher ist, mit der Abkürzung

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \quad \dots \quad (4)$$

$$\dot{w} = \ddot{s} = \frac{K}{m_1} - \frac{c}{m} s \quad \dots \quad (5)$$

und

$$\left( \frac{m_1}{2} w^2 - Ks + \frac{c}{2} m_1 s^2 \right) = w \left( m_1 \dot{w} - K + c \frac{m_1}{m} s \right) = 0$$

Wieder ist die Summe aus der kinetischen und der potentiellen Energie konstant. Allgemein gilt:

$$\frac{m_1}{2} w^2 + U(s) = \text{const.},$$

wobei für die potentielle Energie  $U(s)$  in Trennungszeiten  $-Ks$ , in Stosszeiten  $-Ks + \frac{c}{2} m_1 s^2$  zu setzen ist.

Im ersten Trennungsintervall erreicht die kinetische Energie  $\frac{m_1}{2} w^2$  ihren Höchstwert  $Ks_0$  in dem Augenblick, wo mit voll-

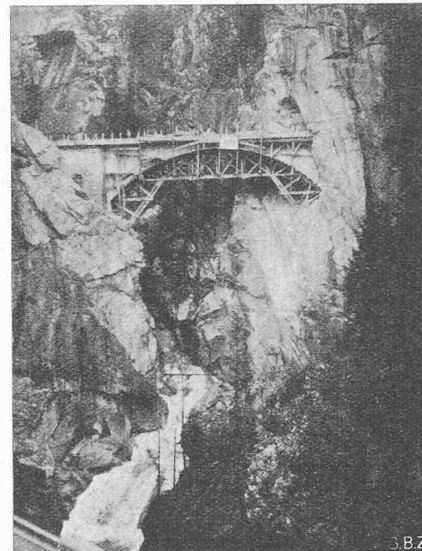
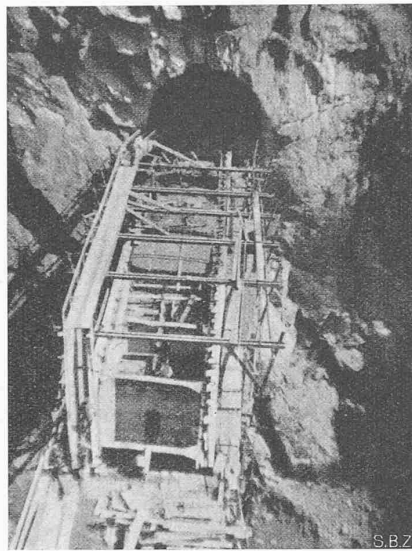
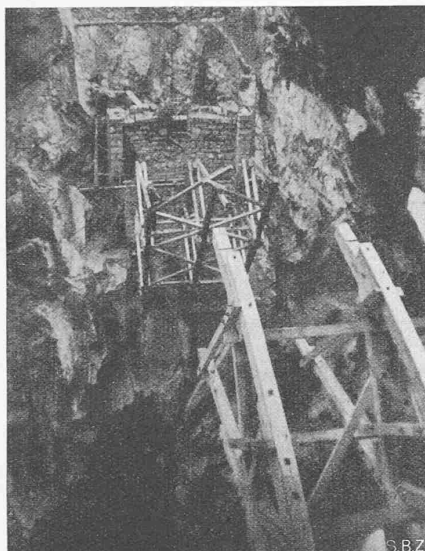


Abb. 10. Meienreussbrücke gegen rechtes Ufer

Abb. 11. Gegen linkes Ufer; Spannweite 32 m

Abb. 12. Meienreussbrücke aus Südosten

zogenem Anstieg des Wegs von  $-s_0$  auf 0 die erste Stosszeit beginnt. Während dieser gewinnt die potentielle Energie nach einem anfänglichen Rückgang die Oberhand über die kinetische, bis diese vernichtet und ihr gesamter ursprünglicher Wert  $K s_0$  an jene, jetzt maximale, übergegangen ist:  $U_{\max} = U(s_{\max}) = K s_0$ , wobei die elastische Kraft ihr Maximum  $M$  annimmt:

$$M = c \cdot s_{\max} = S \left\{ 1 + \sqrt{1 + \frac{2 c s_0}{S}} \right\} \quad (6)$$

mit

$$S = \frac{m}{m_1} K$$

Jetzt beginnt die Rückverwandlung von potentieller in kinetische Energie; am Schluss des ersten Stossintervalls ist jene aufgezehrt und diese wieder  $= K s_0$ . Am Ende der anschliessenden zweiten Trennungszeit ist dieser Energiebetrag (nach vorübergehender Umwandlung in potentielle Form) aufs neue als kinetische Anfangsenergie des zweiten Stossintervalls vorhanden; aufs neue wächst die elastische Kraft bis  $M$  — bei abwesender Reibung ein endlos wiederholter Wechsel, der in Wirklichkeit natürlich bald verebbt. Wenn schliesslich (dank der Dämpfung) die Geschwindigkeiten der beiden Kugeln einander gleich geworden sind ( $w = 0$ ,  $\dot{w} = 0$ ), so hat gemäss (5) der relative Weg den stationären Wert  $\frac{m}{m_1} \frac{K}{c}$ , die elastische Kraft den stationären Betrag  $S$  angenommen. Im Grenzfall des spielfreien Antriebs ( $s_0 = 0$ ) ist nach (6):  $M = 2S$ ; von diesem Mindestwert entfernt sich  $M$  umso mehr, je grösser das Verhältnis  $c s_0/S$  ist.

Diese Betrachtungen sind unschwer auf den Fall des motorischen Antriebs mit Spiel zu übertragen: Unter  $K$  ist dann das (konstante) Antriebsmoment, unter  $m_1$  und  $m_2$  sind Trägheitsmomente, unter  $s$  ein Winkelunterschied zu verstehen, unter  $M$  der Höchstwert des auf eine Welle ausgeübten elastischen Moments. Aus (6) erhellt die Ratsamkeit kleiner Spiele und weicher Uebertragungsglieder. Beispielsweise gewähre eine Kupplung zwischen Motor- und angetriebener Welle ein Spiel von  $s_0 = 0,5^\circ = 8,7 \times 10^{-3}$  abs, das Anlaufmoment betrage  $K = 10$  mkg, die beiden Trägheitsmomente seien gleich:  $m_1 = m_2 = 0,01$  mkg s<sup>2</sup>;  $c = 10^4$  mkg sei die elastische Konstante der Kupplung. Dann liefert Gl. (6) als höchstes elastisches Moment:  $M = 34$  mkg  $= 3,4 K$ .

Anmerkung: Anlass zu diesen Ausführungen gab eine Studie von S. Hopferwieser im «Bulletin SEV» 1939, Nr. 25.

Da nach (2) und (4):

$$K_e = m \left( \frac{K}{m_1} - \dot{w} \right)$$

kann man statt (6) auch schreiben:

$$M = m \left( \frac{K}{m_1} - \dot{w}_{\min} \right)$$

$\dot{w}_{\min}$  ist die kleinste Relativbeschleunigung,  $-\dot{w}_{\min}$  also die grösste Relativverzögerung (im Augenblick, wo  $s = s_{\max}$  und  $w = 0$ ). Hopferwieser betrachtet den Stossvorgang nicht als eine Schwingung, sondern setzt — im Widerspruch zu den obigen Darlegungen — während der (ersten) Stosszeit einen linearen Verlauf der Geschwindigkeiten, also eine konstante Relativver-

zögerung  $-\dot{w}_H$  voraus. Die nach dieser Annahme während dem Stoss konstante elastische Kraft  $K_e = M_H$  wäre somit

$$M_H = m \left( \frac{K}{m_1} - \dot{w}_H \right)$$

Die Diskrepanz zwischen geschätzter und gesuchter Grösse, d. h. zwischen  $M_H$  und  $M$ , richtet sich nach der mehr oder minder glücklichen Veranschlagung von  $\dot{w}_H$ ; einzig die Wahl  $\dot{w}_H = \dot{w}_{\min}$  ergäbe einen Treffer.

K. H. G.

## MITTEILUNGEN

«Superfinish», eine neue Art der Feinstbearbeitung. Mit diesem Namen bezeichnet die Chrysler Corporation in Detroit eine von ihr entwickelte Methode der Feinstbearbeitung von Metalloberflächen, die den behandelten Maschinenteilen wesentlich bessere Eigenschaften verleihen soll, als dies mit den bisher bekannten Verfahren möglich war, und die ausserdem besondere Eignung und wirtschaftliche Vorteile für die Massenfabrication besitzen soll. Während beim Läppen mit Schmirgel glänzende Oberflächen erzielt werden, deren Glanz durch Lichtreflexion von unzähligen Schleifriefen hervorgerufen wird, erscheint die mit dem Superfinish gewonnene Oberfläche im reflektierten Lichte schwarz als Zeichen ihrer Vollkommenheit. Bei jenem Verfahren hat das Schleifmittel die natürliche Tendenz, den Unregelmässigkeiten der Oberfläche zu folgen, was bei diesem wegen der Verwendung fester Schleifsteine nicht der Fall ist. Im Gegensatz zum gewöhnlichen Schleifen arbeitet man aber hier mit viel kleineren Schleifscheibengeschwindigkeiten, d. h. nur 1 bis 3 m/min statt 1000 bis 2500 m/min, und der Schleifmitteldruck wird von 10 bis 20 kg/cm<sup>2</sup> auf einige hundert Gramm bis einige Kilogramm herabgesetzt. Dementsprechend ist auch die Erwärmung minimal und die Kühlflüssigkeit dient eigentlich eher als Schmiermittel, dessen Viskosität somit von grosser Bedeutung ist. Durch eine Kombination verschiedener Bewegungen, insbesondere durch eine oszillierende Bewegung des Arbeitsstückes wird erreicht, dass das selbe Schleifkorn niemals seinen Weg über das Werkstück wiederholt. Die noch verbleibenden feinen Kratzer mit einer Tiefe von nur 1,0 bis 1,5 Zehntausendstelmillimeter haben also im Gegensatz zu den Schleifriefen aller anderen Bearbeitungsverfahren keine regelmässige Teilung. Das Drehen und Schleifen verändert das kristallinische Gefüge des Metalls an der Oberfläche, sodass es sich mit einer amorphen Schicht überzieht. Diese amorphe Schicht wird nun durch die Superfinish-Operation entfernt, sodass das kristallinische Gefüge vollständig freigelegt wird. Es ist dies die beste, auf metallischen Körpern erzielbare Oberfläche und sie ist hinsichtlich Belastbarkeit und Abnutzung unübertrefflich. Die kleinen Kratzer sind stets nur Vertiefungen, sie ragen nirgends über die Grundfläche heraus und bilden keine Spitzen. Es genügt darum, um einen zusammenhängenden Ölfilm zu erhalten, eine viel dünnere Schmiermittelschicht, als dies bei geschliffenen oder geläppten Oberflächen der Fall ist, sodass rund doppelt so grosse spezifische Lagerpressungen zulässig sind. Aber auch im Falle eines metallischen Kontaktes ist die Berührung wegen der Abwesenheit der Spitzen eine viel vollkommenere.