

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 27/28 (1896)
Heft: 11

Artikel: Die photogrammetrischen Aufnahmen für die Jungfraubahn
Autor: Koppe, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82395>

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: 05.02.2026

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

INHALT: Die photogrammetrischen Aufnahmen für die Jungfraubahn. I. — An die Redaktion der Schweizer Bahnen. — Miscellanea: Schädliche Wirkung von Wasser auf Cement. Neckarbrücke zwischen Gemmrigheim und Kirchheim. Weltausstellung Paris 1900. Elektrische

Strassenbahn in Kairo. Eine Versuchsstrasse. Beleuchtung von Eisenbahnwagen mit Acetylen. Eisenbahnen in Kleinasien. Elektrische Bahn Leipzig-Weissenfels-Merseburg. — Nekrologie: † Julius Hofmann. — Zur Abwehr. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung. Exposition nationale à Genève.

Die photogrammetrischen Aufnahmen für die Jungfraubahn.*)

Von Prof. Dr. C. Koppe in Braunschweig.

I.

Mit den im letzten Band dieser Zeitschrift besprochenen photogrammetrischen Arbeiten, welche ich zum richtigen Verständnis des Folgenden im Zusammenhange erklären musste, beschäftigt, erhielt ich am 4. Mai v. J. die Einladung des Herrn Guyer-Zeller zum Eintritte in die wissenschaftliche Kommission für sein Jungfraubahn-Projekt. Ich folgte ihr um so freudiger, als ich erwarten durfte, bei den Vorarbeiten für diese erste Hochgebirgsbahn reichlich Gelegenheit zur praktischen Anwendung der Photogrammetrie, sowie zur Verbesserung von Methoden und Instrumenten zu erhalten; auch hoffte ich, das richtige Verständnis zu finden für den Wert vervollkommener photogrammetrischer Messungen bei einer Bahn, welche 10 km in einem Tunnel geführt werden muss, der sich vielfach der Oberfläche ganz unzugänglicher Felswände nähern und mehrmals zu Tage treten soll, wo ein verfehlter Schritt in unbeachtet gelassene Vertiefungen, Spalten etc. zu einem für die ganze Bahn verhängnisvollen Absturze führen kann. In ersterer Hinsicht habe ich mich nicht getäuscht. Wir haben in wenigen Wochen, vom herrlichsten Wetter begünstigt, ausser den grundlegenden Triangulationsarbeiten sehr umfassende photogrammetrische Aufnahmen gemacht, welche gestatten, auf 3 km Länge in vollständig unzugänglichen Felsgebieten die Bahnlinie so genau festzulegen, dass der Tunnel in nächster Zeit hätte in Angriff genommen werden können. Die steile Eigerwand, welche in einer Höhengröße von 2000—3000 m nach Norden abfällt, (die Eigerspitze liegt auf 3975 m, also nahe 2000 m über der Kl. Scheidegg und 3000 m über Grindelwald), war sehr schwer photogrammetrisch aufzunehmen. Wegen der vorgerückten Jahreszeit wurde sie von der Morgensonne gar nicht mehr, und von der Nachmittagssonne erst gegen Abend einigermaßen günstig beleuchtet. Regelmässig Nachmittag gegen 3 oder 4 Uhr begann aber an der Eigerwand eine Nebelbildung, welche photogrammetrische Aufnahmen verhinderte und uns viel Zeitverlust verursachte. Ich habe an vielen, sonst ganz klaren und sonnenhellen Nachmittagen vergeblich den Phototheodoliten ununterbrochen auf die Eigerwand gerichtet gehalten, um einen günstigen Moment zwischen dem Auf- und Abwogen, Neubilden und teilweisen Verschwinden des Nebels für die Aufnahmen zu erhaschen, bis es mir schliesslich in ausreichender Weise mit allen unseren Apparaten gelang. Von der Kleinen Scheidegg fällt das Thal nach Grindelwald zu rasch ab, während die Eigerwand steil ansteigt. Die photogrammetrischen Aufnahmen mussten daher bei starken Neigungen der Camera-Achse, 30—40 Grad, ausgeführt werden, wenn man nicht so weit zurückgehen will, dass die Bilder detaillos und unbrauchbar werden. Unter solchen Umständen würden die gewöhnlichen photogrammetrischen Apparate und Instrumente vielfach ganz un-

brauchbar gewesen sein, und es blieb nur die Aufnahme mit dem Phototheodoliten, bzw. mit stark geneigter Camera verwendbar.

Unsere Ausrüstung bestand in:

1. Einem Phototheodoliten mit Zubehör und Wechselkasten, d. i. Transportkasten des Instrumentes mit entsprechender Einrichtung zum Plattenwechseln;
2. Einem photogrammetrischen Apparate mit Balg-Camera von Stegemann für Platten 18×24 cm und senkrechter Plattenstellung, ähnlich wie derselbe in meiner Photogrammetrie beschrieben und abgebildet ist. Das Instrument hat inzwischen einen Horizontalkreis zum Einstellen mit Hilfe eines auf der matten Scheibe eingerissenen Fadenkreuzes erhalten und metallene, leicht einzusetzende Verstärkungen für die Bildweiten von 20 cm, 30 cm und 40 cm,*) entsprechend den Brennweiten der drei zugehörigen Voigtländer'schen Objektive. Zu diesen kam noch ein Teleobjektiv neuester Konstruktion von Dr. Miethe, das erste seiner Art, welches Herr Dr. Miethe mir zu Versuchszwecken mitzugeben die Güte hatte und welches mir wichtige Dienste geleistet hat;
3. Einem fünf-zölligen Mikroskop-Theodoliten von Bamberg, Modell der trigonometrischen Abteilung der preussischen Landesaufnahme, zur Horizontal- und Vertikal-Winkelmessung;
4. Einem kleinen Tachymetertheodoliten von Reinecke;
5. Zwei Normalmetern von Bamberg zur Lattenvergleiche;
6. Drei Goldschmid'schen Aneroiden;
7. Zwei Siedethermometern aus Jenenser-Glas, welche leider auf dem Transport verunglückten;
8. Zwei gut bestimmten Haarhygrometern eigener Konstruktion, und mancherlei kleinem Zubehör, welches hier nicht weiter in Betracht kommt.

Die Messungen und Aufnahmen wurden ausgeführt von Anfang August bis in die erste Woche des September und zwar von Herrn Seiffert, Vermessungs-Ingenieur und Bureau-Vorstand bei der neuen, vom Unterzeichneten geleiteten Braunschweigischen Landesvermessung, und dem Unterzeichneten selbst. Herr Seiffert hat die gesamten Triangulations-Messungen gemacht und mehrere Stationen photogrammetrisch bearbeitet, während ich mich fast ausschliesslich den photogrammetrischen Aufnahmen gewidmet habe. Ein Photograph der Firma Schröder & Co. in Zürich war im Keller des Bahnhofgebäudes auf der Kl. Scheidegg installiert, und entwickelte stets sofort unsere Aufnahmen, die exponierten Platten, damit wir sicher gingen, alles gut Gelungene nicht unnötig doppelt machen zu müssen, alles nicht ausreichend Befundene aber durch bessere Neuaufnahmen ergänzen zu können. So haben wir alle photogrammetrischen Aufnahmen nach Wunsch vollständig und in hinreichender Schärfe ausführen können. Die vier Voigtländer'schen Objektive von 15 cm, 20 cm, 30 cm und 40 cm Brennweite, sowie der mit beliebiger Neigung der Camera verwendbare Phototheodolit gestatteten den Terrain-Verhältnissen überall uns anzupassen, der Phototheodolit in Verbindung mit der auf allen photogrammetrischen Stationen vorgenommenen direkten Winkelmessung nach scharf markierten Terrainpunkten lieferte den festen Rahmen für die Detailaufnahme, und das Teleobjektiv ermöglichte Spezialstudien besonders wichtiger Felspartien in Folge des grossen Detailreichtums seiner Bilder.

An Ort und Stelle auf der Kl. Scheidegg gelangt, war die erste Arbeit die Projektierung eines grundlegenden

*) Wir verweisen auf den Artikel: «Photogrammetrische Studien und deren Verwertung bei den Vorarbeiten für eine Jungfraubahn», der in Bd. XXVII Nr. 23, 24 und 25 unserer Zeitschrift erschien und die Einleitung zu obgenannter Abhandlung bildet. Aus den hier folgenden Ausführungen des Herrn Professor Koppe kann ersehen werden, wie weit die bezüglichen Aufnahmen für die Jungfraubahn gediehen waren, als die plötzliche Einstellung derselben erfolgen musste. Wenn auch das Werk nicht zum Abschluss gelangte, so bleibt der wissenschaftliche Wert desselben trotzdem vollkommen erhalten, indem darin die Grundlagen der ganzen interessanten Vermessung klargelegt sind.

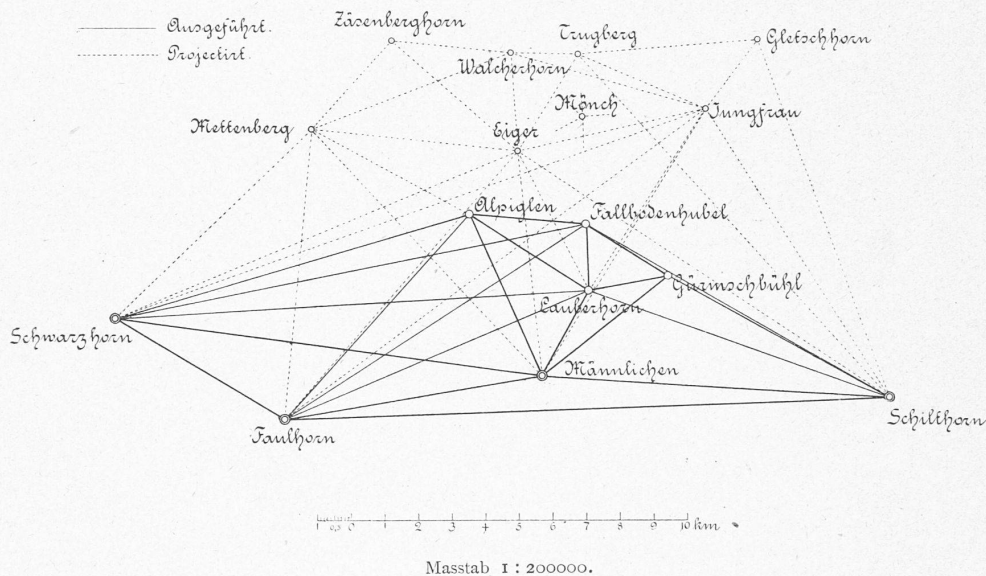
Die Red.

*) Die ganze Camera ist in einem auf dem Dreifuss befestigten Schlitzen verschiebbar, um für jede Auszugsweite Gleichgewicht herstellen zu können. Dasselbe lässt sich leicht abnehmen und durch einen Theodolit aufsatz zur Winkelmessung ersetzen.

Dreiecksnetzes. Schon Ende Juni, gleich nach der ersten Kommissionssitzung in Zürich, bei welcher Gelegenheit mir Herr Guyer-Zeller den Wunsch zu erkennen gab, ich möchte die Arbeiten persönlich ausführen und leiten, hatte ich einen Arbeitsplan eingesandt zur einheitlichen Durchführung der gesamten Vermessungsarbeiten bis über den Mönch hinaus und bei günstiger Witterung bis zum Gipfel der Jungfrau. Bei dem anhaltend schönen Wetter im August und September v. J. wäre dies sicherlich zu erreichen gewesen, wenn die nötigen Vorbereitungen rechtzeitig getroffen und ein entscheidender Beschluss gefasst worden wären. Das Verhalten

nicht mehr aufgefunden werden konnte. Herr Ingenieur Reber hat daher seine Arbeiten ganz unabhängig von der früheren Denzler'schen Triangulation durchführen müssen. Letztere konnte somit für die Jungfraubahn ebensowenig in Betracht kommen. Hingegen entspricht die Neutriangulierung des Kantons Bern durch Ingenieur Reber, welche im Anschluss an das von uns seiner Zeit bearbeitete eidgenössische Gradmessungsnetz im Jahre 1889 begonnen wurde, allen hier zu stellenden Anforderungen vollständig. Dieselbe ist aber erst zum Teil vollendet, und die dem Jungfraubahngebiete nächstgelegenen Signale befinden sich

Fig. 1. Haupt-Dreiecksnetz für die Jungfraubahn.



des Herrn Guyer-Zeller zwang mich aber, die Vermessungen auf die Nordseite zu beschränken und allein mit dem Ingenieur Seiffert durchzuführen.

Das Haupt-Dreiecksnetz für das ganze Bahnprojekt zeigt Fig. 1. Der gestrichelte Teil ist Projekt geblieben, der schwarz ausgezogene Netzteil wurde trianguliert. Durch die eidg. Triangulation gegeben sind als Anschlusspunkte die Signale „Schilthorn“, „Männlichen“, „Faulhorn“ und „Schwarzhorn“. Neubestimmt wurden die Dreieckspunkte „Lauberhorn“, „Gürmshühl“, „Fallbodenhubel“ und „Alpiglen“ durch Winkelmessung auf ihnen und dem gegebenen Signale „Männlichen“. Die letztgenannten Punkte dienen als fester Rahmen für die Verbindung des in Fig. 2 dargestellten Detailnetzes mit dem Hauptnetze, welches erstere die photogrammetrischen Stationen, die Bestimmung der Tunnelleingänge, die Verbindung mit der von Ingenieur Wildberger bearbeiteten offenen Strecke der Bahn u. s. w. zu liefern bestimmt ist.

Ueber die brauchbaren Anschlusspunkte der eidgenössischen Triangulierungen erfuhr ich mit gütiger Genehmigung des Herrn Oberst Lochmann, Chef des eidgenössischen topographischen Bureaus, welcher mir das vorhandene Material in der zuvorkommendsten und dankenswertesten Weise zur Verfügung stellte, kurz Folgendes: Im Kanton Wallis wurde in den Jahren 1831—1841 eine Triangulation vom Domherrn Berchthold in Sitten ausgeführt, welche bei Herstellung der Dufourkarte benutzt worden ist, von der aber jetzt nichts Brauchbares mehr sich vorfindet. Auf diese in mehrfacher Hinsicht interessante Privat-Arbeit eines „Amateurs“ kann ich leider an dieser Stelle nicht näher eingehen, weil mich dies zu weit führen würde.

Im Kanton Bern wurde in den fünfziger Jahren im Anschluss an ältere Messungen eine Triangulierung von Denzler ausgeführt und später von Lindt und Gelpke weitergeführt. Ueber diese schrieb mir Herr Oberst Lochmann: „Die Signalversicherungen der alten Berner-Triangulation waren ungenügend, sodass die genaue Lage der trig. Punkte

auf den vier vorhin genannten Bergspitzen, an welche das Dreiecksnetz für die Jungfraubahn angeschlossen wurde. Die Signale sind gut versichert und dauerhaft bezeichnet. Zur Versicherung unserer sämtlichen Dreieckspunkte habe ich ein sehr einfaches Verfahren angewandt, welches sich aber bei meinen früheren ähnlichen Arbeiten praktisch sehr gut bewährt hat. Es besteht im Eincementieren eines etwa 30—40 cm langen Endes Gasrohr, mit einer Verstrebung durch zwei rechtwinkelig durchgeführte Eisenstäbe. Je nach der Wichtigkeit und Entfernung der Signale wählt man die Stärke der Rohre zwischen 3—10 cm Durchmesser. In dieselben lassen sich bequem Absteckstäbe, Signalstangen etc. einsetzen, es lässt sich genau centrisch über ihnen aufstellen bei der Winkelmessung, sie finden sich nach Jahrzehnten unverändert vor, wenn man dieselben nach zeitweiligem Gebrauche zudeckt, und sind überall leicht und billig zu beschaffen. Die von Ingenieur Seiffert mit dem Bambergischen Mikroskoptheodoliten ausgeführte Anschluss-Winkelmessung gelang bei dem herrlichen Wetter sehr rasch und gut.

Zum Anschlusse des Detail-Netzes, Fig. 2, an die bestehende Wengernalpbahn, deren Schwellenhöhe auf Station Kl. Scheidegg die Ausgangshöhe gleich 2064 m über dem Meere lieferte, und um zugleich eine unabhängige Längenbestimmung zu erhalten, wurde das Hauptgeleise in dem genannten Bahnhofe nach beiden Seiten geradlinig verlängert, die so erhaltene Gerade in ihren Endpunkten durch eincementierte Eisenrohre versichert und dann mit zwei dem Ingenieur Wildberger gehörigen 5 m langen Latten mehrmals gemessen. Eine am Abend des 23. August ausgeführte zweimalige Messung ergab nach Anbringung der unmittelbar vorher durch Vergleichung mit den zwei Bambergischen Normalmetern bestimmten Korrekturen eine Basislänge von 172,811 m. Am andern Morgen war das Resultat der wiederholten Doppelmessung nach vorgenommener Lattenvergleichung 172,815 m. Das Mittel beträgt 172,813 m.

welche den Eiger mit Vorliebe zu ihrem Tummelplatze wählen, verhüllt. Unsere Aufnahmen erstrecken sich bis mehrere hundert Meter weit abwärts des Tunnaleinganges, weil es mir von Wichtigkeit erschien, dem tracierenden Ingenieur Material in vollem Masse gewähren zu können, um diese Partien im unmittelbaren Zusammenhange mit dem Tunnel selbst projektieren und bearbeiten zu können.

(Schluss folgt.)

An die Redaktion der „Schweizer-Bahnen“.

Sie empfehlen uns gelegentlichst „in grossen Fragen sich und ihre Korrespondenten nicht mit der Stange im Nebel herumfahren zu lassen, wie es bei der Beurteilung der Tunnelbaukosten der Fall war“ (Prächtiger Satz!). Nebel war in letzter Zeit oft auf der Kleinen Scheidegg, in der Nähe des Jungfraubahn-Bureaus anzutreffen und hinsichtlich der Tunnelbaukosten ist die vermisste „Einheit im fachmännischen Urteil“ insofern vorhanden, als der Ansatz von 350 Fr. *durchweg als ungenügend anerkannt und das Doppelte als zur Not ausreichend betrachtet wird.*

Unfähig, an eine unabhängige, von allen Nebenabsichten freibleibende Kritik zu glauben, wittern Sie in jeder neuen Kundgebung einen neuen Feind der Jungfraubahn. Sie kennen keine anderen Motive, als diejenigen des Neides oder der Rachsucht. Dadurch ist Ihre Gesinnung hinreichend gekennzeichnet. Eine Folge davon ist, dass Sie in unseren Einsendern, die sich dem Jungfraubahn-Unternehmen gegenüber *durchaus neutral* verhalten und in der Fachwelt *hoch angesehene* Namen tragen, Techniker vermuten, die von Ihrem Herrn und Meister schlecht behandelt worden sind. Und deren Zahl scheint in der That nicht gering zu sein!

Nachdem Sie durch die Nennung des Herrn *Imfeld* bewiesen haben, dass Sie nicht im stande sind, solche Artikel, die ihrer Form nach *nur von der Redaktion selbst* herrühren können, von Einsendungen zu unterscheiden, begnügt Ihnen ein zweites Missgeschick. Sie vermuten in dem einen unserer Einsender Herrn Ing. *Greulich*, der die Gornergratbahn baut. Wir können Sie versichern, dass Sie *auch hier auf falscher Fährte sind.*

Sie belehren uns im Fernern darüber: „dass beim Tunnelbau der Jungfraubahn nicht das übliche System der General-, Zwischen- und Unter-Unternehmer angewendet werden wird.“ Das kann doch unmöglich etwas anderes bedeuten, als dass man den Regiebau in Aussicht nehmen will, denn wo keine Unternehmer sind, wird in Regie gebaut. Wie reimt sich aber damit Ihre frühere Behauptung, dass „*thatsächlich verbindliche Uebernahmsofferten für den Tunnelbau vorliegen, die beträchtlich unter dem Kostenvoranschlag von 350 Fr. bleiben.*“ Wo bleibt Ihre „Logik“, mit der Sie sich derart spreizen, als hätten Sie dieselbe ebenfalls in eigener Verwaltung.

Viel mehr Eindruck hätte es gemacht, wenn Sie unserer Aufforderung nachgekommen wären und der gespannten Technikerschaft endlich die Namen der Unternehmer mitgeteilt hätten, die es fertig bringen wollen, den Tunnel *beträchtlich* unter dem Kostenvoranschlag von 350 Fr. zu bauen. Sie hätten sich damit den Dank der ganzen Westschweiz erworben; denn vielleicht hätte man diese einzig

dastehenden Fachmänner auch für den Bau des Simplon-Tunnels gewinnen können. Welche grossartige Perspektive sich hier eröffnet, wollen wir bloss andeuten!

Aufrichtig bedauern wir, Ihnen die kindliche Freude an dem „schönen Pleonasmus“ verderben zu müssen, den Sie in unserem letzten Artikel entdeckt zu haben glaubten. Wir wollen Sie dafür mit der Versicherung trösten, dass in fachmännischen Kreisen durchweg die Ueberzeugung herrscht, Ihre technischen Erörterungen seien, wo nicht „genau gleich“, so doch „annähernd gleich“ den Vorträgen des berühmten *Dr. Sulfurius*, den Sie wohl auch kennen.

Bei diesem Anlass mögen Sie uns noch gestatten festzustellen, dass es Ihnen nicht gelungen ist, *auch nur eine einzige unserer Behauptungen zu widerlegen*, nämlich:

1. Dass die Baukosten der Jungfraubahn zu niedrig veranschlagt,
2. dass die Frequenzziffern zu hoch angenommen und
3. dass die Vermessungsarbeiten nicht so weit gediehen sind, um noch in diesem Herbst mit dem Bau des grossen Tunnels beginnen zu können.

Ueber den letztern Punkt giebt die in unserer heutigen Nummer beginnende Abhandlung des Hrn. Prof. *Koppe* alle wünschbare Auskunft.

Wahrhaft erheiternd wirkt Ihr Schlusssatz, wonach Sie, deren technische Qualifikation zum mindesten rätselhaft ist, nur noch „kompetenten“ Einsendern antworten wollen. Da unsere Korrespondenten und auch wir selbst in Ihren Augen voraussichtlich nicht kompetent genug sind, so hört dadurch die ganze Debatte von selbst auf, was wir nicht bedauern, da wir besseres zu thun haben.

Miscellanea.

Schädliche Wirkung von Wasser auf Cement. In der «Zeitschrift für angewandte Chemie» teilt *A. Stutzer* Beobachtungen über die zerstörende Wirkung von Wasser auf einem mit Portland-Cement hergestellten Beton mit. Ein neun Jahre altes Sammelbassin der Wasserleitung einer kleinen rheinischen Stadt war in den Wänden betoniert. Nach einigen Jahren zeigten die Wände auf der Oberfläche des Cementverputzes einen bräunlichen Schlamm, welcher mit zunehmender Tiefe des Behälters eine weichere Beschaffenheit hatte. Auf der Sohle war der Cementverputz ganz verschwunden und die groben Kiesstücke traten zu Tage. Das Wasser war rein. Es hinterliess beim Verdunsten nur einen geringen Rückstand, grösstenteils aus kohlensaurem Kalk bestehend. Während die guten, unveränderten Teile des Cementverputzes oberhalb der Wasserschicht normale Zusammensetzung hatten, enthielt der aus Cement gebildete Schlamm, welcher die Wände, soweit das Wasser dieselben berührt hatte, bekleidete, in trockenem Zustande 8% CaO, 10% FeO₃ und 25% Al₂O₃. Der Kalk war also grösstenteils verschwunden, wogegen eine Anreicherung von Eisenoxyd und Thonerde stattgefunden hatte. Bei einem acht Jahre alten Wasserbehälter einer anderen Stadt ergaben sich ähnliche Verhältnisse. Der halbweiche Schlamm enthielt 14% CaO und 9% FeO₃. Die Zerstörung war hier noch nicht soweit vorgeschritten, aber doch schon ein erheblicher Teil des Kalkes gelöst. Diese Erscheinungen werden der im Wasser gelösten Kohlensäure zugeschrieben, welche die Leitungswässer vieler Städte des Rheinthales infolge der vielfach vorkommenden kohlensäurehaltigen Mineralquellen in besonders reichem Masse führen. Die Kohlensäure bildet mit dem freien Kalk des Cementes lösliches Calciumbicarbonat. Die stärkere Zerstörung in der Nähe der Sohle ist auf den stärkeren Wasserdruck, welcher die im Wasser gelöste Kohlensäure in die Poren des Cementverputzes drückt und eine stärkere Auslaugung des Kalkes bewirkt, zurückzuführen.

Fig. 4. Rotstockfelsen über dem Tunnel-Eingang.

