

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 27/28 (1896)
Heft: 12

Artikel: Die photogrammetrischen Aufnahmen für die Jungfraubahn
Autor: Koppe, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82396>

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: 16.01.2026

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

INHALT: Die photogrammetrischen Aufnahmen für die Jungfraubahn. II. (Schluss.) — Die Hochbauten der Schweiz. Landesausstellung von 1896 in Genf. VI. — Miscellanea: 25. Abgeordnetenversammlung des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Elektrische Trambahn mit Drehstrombetrieb in Dublin. Ein neuer Schiffstyp. Das elektrotechnische Institut der techn. Hochschule zu Karlsruhe. Deutscher Verband für Materialprüfungen der Technik. Nachahmung von Sandstein.

Umbau des Lyon-Bahnhofes in Paris. Die Ausnutzung der Wasserkraft in Frankreich. Elektrische Hochbahn in Berlin. — Konkurrenzen: Parlamentsgebäude in Mexiko. — Nekrologie: † Karl Weinmann. † Luigi Palmieri. — Litteratur: Le village suisse à l'exposition nationale suisse, Genève 1896. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung. Exposition nationale à Genève. Hierzu eine Lichtdruck-Tafel: Schweiz. Landesausstellung in Genf 1896, Strasse im Schweizerdorf.

Die photogrammetrischen Aufnahmen für die Jungfraubahn.

Von Prof. Dr. C. Koppe in Braunschweig.

II. (Schluss.)

Das gewonnene reiche Material kann nach allen Richtungen hin verarbeitet werden und wird die Beantwortung mancher interessanter und wichtiger Fragen zulassen. Um direkt an Ort und Stelle eine Besichtigung des mutmasslichen Tunnel-Tracés in der Natur zuzulassen, berechneten wir in den letzten Tagen unseres Aufenthaltes auf der Kl. Scheidegg provisorisch unsere Messungen soweit, um die Tunnellinie mit der als Maximum angenommenen Steigung, d. h. 25 ‰, in einige der aufgenommenen Photographien eintragen zu können. Vom Tunnelportal auf 2410 m Meereshöhe ausgehend, ergibt sich mit vorgenannter Steigung von 25 ‰ die in Fig. 5 eingezeichnete Linie, welche zunächst mit hinreichender Annäherung als geradlinig angenommen werden kann, da hier die bei einer späteren, genaueren Tracierung einzuschaltenden Kurven für einen ersten allgemeinen Ueberblick belanglos sind.

Nach Fig. 5, einer von Station I aus aufgenommenen Photographie, kreuzt die Linie in rund 400 m Entfernung vom Tunnelleingange den Einschnitt zwischen Rotstock und Eiger. Sie liegt dort 20 m höher wie der am Ausgang des Einschnittes, in der Figur unmittelbar unter der eingezeichneten Linie sichtbare Schneefleck. Die Felswand des Rotstocks und des Eiger tritt aber auf den ersten Kilometer Länge vom Portal etwa 100 m weiter nach Norden vor, wie beim zweiten Kilometer der Tunnelstrecke, so dass die Linie beim Rotstockeinschnitte um ebenso weit vom Ausgange der Schlucht zurückgedacht werden muss. Um die genauen Steigungsverhältnisse der Sohle des Einschnittes zu ermitteln, wurden die vornehmlich in Betracht kommenden

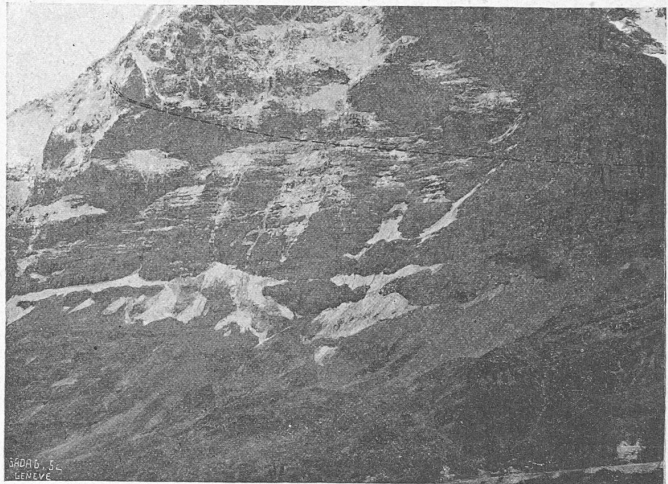
Fig. 5. Eigerwand mit Tunnellinie (25 ‰).



Punkte der Sohle durch den Ingenieur Seiffert von einer passend ihr gegenüber eingeschalteten, kleinen Basis aus auch durch direkte Winkelmessung bestimmt, so dass die tiefste Schluchtlinie ihrem ganzen Verlaufe nach genau ermittelt und dargestellt werden kann. Genaue Untersuchungen haben festzustellen, wie tief zur Sicherheit der Bahnanlage der Tunnel unter der Sohle des Einschnittes durchgeführt werden muss, wonach sich das Tracé zu richten hat. — Für die Erleichterung des Bauvorganges würde die Anlage

von Querstellen sehr vorteilhaft sein. Die günstigste Stelle hierfür würde da sein, wo die Eigerwand zurücktritt, in der Figur nahe in der Mitte, wo die Schneefelder beginnen.

Fig. 6. Eigerwand mit Tunnellinie (27 ‰).



Dort würde die Linie sehr nahe der Oberfläche der Felswand geführt werden können, so dass ein Querstellen nur sehr kurz zu werden brauchte. Es fragt sich, wie gross die Kosten werden, um einen Zugangsweg von der Ausmündung des Einschnittes am Rotstock, wohin man leicht gelangen kann, in die Felswand zu sprengen bis zum Querstellen. Ist ein solcher hergestellt, so lassen sich die ersten 2 bis 2,5 km Tunnelstrecke in zwei ungefähr gleiche Teile teilen und beiderseitig in Angriff nehmen, wodurch die Bauzeit für diese Strecke wesentlich abgekürzt werden könnte. Der Teil der Eigerwand, welcher für die Anlage eines solchen Zugangsweges in Betracht kommt, wurde daher von Station VII und einigen passend in ihrer Nähe gewählten Hilfspunkten VII a—c noch besonders aufgenommen. Im weitem Verlaufe fährt die Linie auf eine Felspitze ganz links im Bilde, welche fast genau 3000 m über dem Meere liegt, und in gerader Linie 2336 m vom Tunnelleingange entfernt ist. Mit 25 ‰ Steigung kommt der Tunnel dort auf 2994 m Meereshöhe zu liegen.

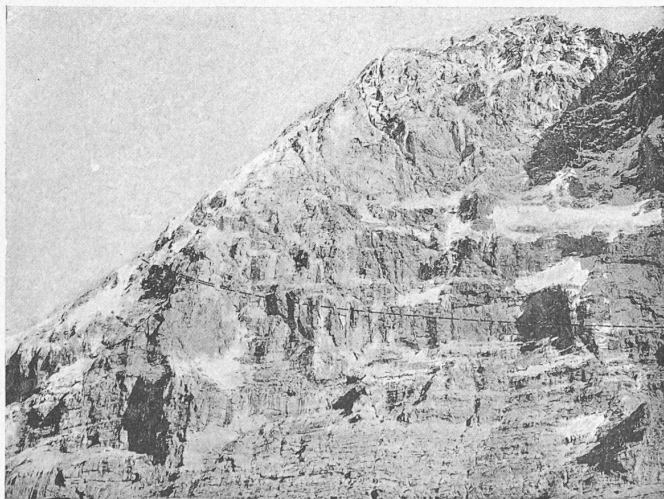
Betrachtet man die Felswand in der unmittelbaren Nähe des eingezeichneten Tracés, namentlich auch in Fig. 6, einer von Station II aus aufgenommenen Photographie, und fragt sich, wo eine geeignete Stelle für die Grindelwald-Gallerie ausgewählt werden könnte, so kann der ganze nach Süden zurücktretende Teil der Eigerwand nicht wohl in Betracht kommen, wenn man die Bedingung stellt, dass Grindelwald und die Wetterhörner von der Gallerie aus sichtbar sein sollen, da diese durch den bei dem eben erwähnten, 2336 m vom Portal liegenden Punkte befindlichen, vorspringenden Felsgrat verdeckt werden. Dieser selbst ist, weil stark zerklüftet und vorspringend, ebenfalls zur Anlage der Grindelwald-Gallerie ungeeignet. Dagegen liegt unmittelbar über ihm ein bastei- und turmartiger Felsen, der für eine solche Anlage wie geschaffen und ungemein vorteilhaft erscheint. Dies tritt noch deutlicher hervor in Fig. 7 und 8, zwei von Station III und IV aus mit dem Euryscop von 40 cm Brennweite und starker Neigung der Camera gemachten Special-Aufnahmen. Dieser Felsenturm ist wenig zerklüftet, fest und massiv fundiert, kann direkt mit der Linie angefahren werden und bildet nahezu einen Halbkreis, der sowohl von der Scheidegg wie von Grindelwald aus gleich gut sichtbar ist. Eine in ihm im Halb-

rund angelegte offene Gallerie müsste eine prachtvolle Rundsicht gewähren, weit über die umliegenden Bergketten hinweg vom Schilthorn über Niesen, Männlichen, Faulhorn u. s. w., wie über die grosse Schöidegg hinweg zum Uri-rotstock, Titlis u. s. w. bis zu dem majestätischen Wetterhorn, zu dessen Füssen tief unten Grindelwald in seiner ganzen Ausdehnung offen da liegt. Hunderte von Personen würden hier gleichzeitig Platz finden und die Aussicht geniessen können. Doch nicht die Reize und Schönheiten einer solchen Grindelwaldgallerie zu schildern, ist meine Aufgabe, sondern ihre genaue Aufnahme und Vermessung. Zu diesem Zwecke wurden ausser den bereits früher erwähnten Aufnahmen mit Phototheodolit und Stegemannscher Camera von Station III und IV auch noch Special-Aufnahmen mit dem Mietheschen Teleobjektive gemacht. Beim Teleobjektive wird das Bild eines photographischen Objectives von verhältnismässig kurzer Brennweite, durch ein zweites Linsensystem vergrössert, auf die lichtempfindliche Platte geworfen und dort dann in gewöhnlicher Weise fixiert. Dieses so erhaltene Bild ist nicht vollständig perspektivisch richtig, sondern verzerrt, daher auch nicht unmittelbar photogrammetrisch zu verwerten. Um nun einen genügenden Anhalt zur Bestimmung der Verzerrungen zu erhalten, wurden von Ingenieur Seiffert Höhen- und Horizontal-Winkel für eine grössere Anzahl in den Bildern gut markierter Punkte mit dem Theodoliten auf Stationen III und IV direkt gemessen. Hiernach lassen sich die Korrekturen der in den Bildern abgegriffenen Δx und Δy genau ermitteln, da man durch Hinzunahme weiterer Winkelbestimmungen mit Hülfe der mit dem Phototheodoliten gemachten Aufnahmen die Genauigkeit nach Wunsch und Bedürfnis jeweils steigern kann.

Fig. 9 zeigt eine unserer mit dem Mietheschen Teleobjektive aus fünf Kilometer Entfernung ausgeführten Aufnahmen. Inzwischen hat Dr. Miethe sein Teleobjektiv noch wesentlich verbessert.

Wir sind gegenwärtig mit Untersuchungen eines seiner Teleobjektive in einem grösseren Phototheodoliten beschäftigt, welches bei einigen vierzig Centimetern Plattenabstand eine Aequivalent-Brennweite von einem Meter hat und sehr scharfe und detailreiche Bilder giebt. Mit solchen Instrumenten lässt sich die grösste Genauigkeit auch bei

Fig. 7. Grindelwaldfelsen (von Stat. III gesehen).



der Aufnahme natürlicher Terrainpunkte, wie Fels- und Gletscherpartien etc. erzielen, was mit einer hölzernen Mess-camera, auch wenn sie geneigt werden kann, niemals zu erreichen ist.

Soll die Grindelwald-Gallerie die im Vorstehenden angedeutete, günstige Lage bekommen, so muss die Steigung des Tunnel-Tracés erhöht, oder es muss der Tunnel-eingang um rund 30 m höhergelegt werden. Beides ist

ausführbar. Eine Höherlegung des Tunneleinganges aber beeinflusst auch das bereits festgelegte Tracé der offenen Bahnstrecke und die Lage der Gletscherstation. Es zeigt sich hier wieder dasselbe, was bei allen Vorarbeiten für schwierigere technische Anlagen einzutreten pflegt; man wird im Laufe derselben auf Dinge und Umstände aufmerk-

Fig. 8. Grindelwaldfelsen (von Stat. IV gesehen).



sam, an welche vorher Niemand gedacht hat, und dann „pressiert“ es, namentlich, wenn der Bau begonnen werden soll. Ich hatte mir erlaubt, in der ersten Kommissions-sitzung nachdrücklich hierauf hinzuweisen und auch in meinem gleich nachher eingesandten Arbeitsplane besonders betont, wie wichtig es sei, alles gründlich und rechtzeitig vorzubereiten, um die Aufnahme möglichst unbehindert im vollen Umfange ausführen zu können. Doch vergeblich! Das zögernde und schwankende Verhalten des Herrn Guyer-Zeller zwang mich, dieselben auf die Nordseite zu beschränken, trotzdem es bei dem ausnahmsweise günstigen Wetter letzten Herbstes ohne grosse Schwierigkeiten möglich gewesen wäre, die Vorarbeiten auch auf die Südseite und bis zur Jungfrau auszudehnen. Den von ihm zu guterletzt geäusserten Wunsch, wenigstens die Südseite des Eigers noch aufzunehmen, konnte ich nicht mehr erfüllen, denn nachdem die Ausführung der Haupttriangulation vereitelt worden war, wäre eine Ausdehnung der Detailaufnahme auf die Südseite ohne feste Anhaltspunkte ein geodätischer Unsinn gewesen. Was dem Unternehmen fehlte und fehlt, ist eine einheitliche Leitung durch einen tüchtigen, im Bahn- und Tunnel-Bau erfahrenen Obergeringieur, der an Stelle des haltlosen Umhertappens ein zielbewusstes Vorgehen setzt und das an sich grossartige Projekt, welches, wenn richtig geleitet, durchaus lebensfähig ist, vom einheitlichen technischen Standpunkte aus bearbeitet und sachgemäss durchführt. *)

Noch einer interessanten Frage bzw. Aufgabe will ich Erwähnung thun. Sie betrifft die Nebelbildung am Eiger, welche bereits im Vorigen besprochen wurde und die unsere photogrammetrischen Aufnahmen sehr erschwerte. Sie trat auch an den klarsten, sonst bis dahin ganz wolkenlosen Tagen regelmässig Nachmittags gegen 3 Uhr oder etwas später ein in einer Höhe von rund 3000 m, zuerst meist am Eiger und am Wetterhorn, später oft auch an mehreren der anderen Berge, vorzugsweise und zuerst aber immer an der Eigerwand. Diese Nebelbildung entsteht infolge einer Mischung des aufsteigenden wärmeren Luftstromes mit der an der kalten Fels- und Eiswand befindlichen kälteren Luft. Die oberen Partien des Eigers blieben klar, weil der warme und feuchte aufsteigende Luftstrom nicht so weit hinaufging. Der Nebel war nicht dicht, oft nur

*) Diese Behandlung der Vorarbeiten durch Herrn Guyer-Zeller veranlasste mein Ausscheiden aus der Jungfraubahn-Kommission.

wie ein leichter Schleier, Fig. 10, dabei in fortwährender Bewegung auf und ab, steter Neubildung und Auflösung begriffen, auf kurze Zeit wieder fast ganz verschwunden und Abends mit Sonnenuntergang meist gänzlich wieder aufgelöst.

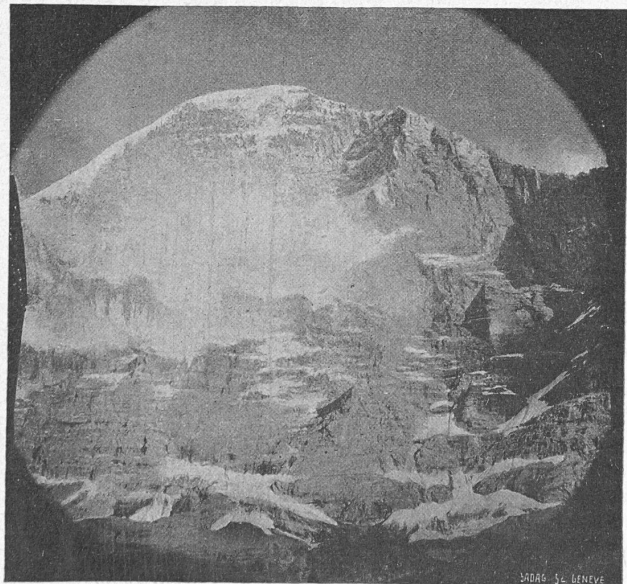
Es sollten die Bedingungen dieser Nebelbildung an Ort und Stelle genau studiert werden. Dr. Maurer hat auf der Kl. Scheidegg eine meteorologische Station errichtet, d. h. ein gutes Barometer und Thermometer am Stationsgebäude aufgestellt, wozu wir während unserer Anwesenheit daselbst eines unserer Haarhygrometer lieferten. Fünfmal am Tage vom Bahnhofsvorstande gemachte Ablesungen und Aufzeichnungen dieser Instrumente geben schon einigen Anhalt. Aber einige Wochen Beobachtungszeit genügen nicht. Im laufenden Jahre hätten den ganzen Sommer und Herbst hindurch regelmässige Beobachtungen gemacht werden sollen unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Faktoren, und nicht nur auf der Kl. Scheidegg allein, sondern auch in Alpigeln und Grindelwald, welche den aufsteigenden Luftstrom hinaufschicken und leicht entsprechend ausgerüstet werden können. Diese Beobachtungen würden zu interessanten und für die Bahnanlage wertvollen Ergebnissen führen können. Sie liegen zunächst näher als meteorologische Stationen auf dem Gipfel des Mönchs und der Jungfrau, für welche grosse Summen in der Konzession ausgesetzt worden sind.

Was schliesslich die Weiterführung der geodätischen Vermessungen und photogrammetrischen Aufnahmen betrifft,

Fig. 9. Jungfrau, vom Teleobjektiv aus fünf Kilometer Entfernung aufgenommen.



Fig. 10. Eigerwand mit Nebelbildung.



so ist diese im Anschlusse an die vorjährigen Arbeiten direkt gegeben. Zunächst muss das Haupt-Dreiecksnetz festgelegt und bearbeitet werden, am besten im Einverständnisse mit dem eidgenössischen topographischen Bureau, welches dasselbe als Alpenübergang zwischen den Kantonen Bern und Wallis benutzen kann. In dieses Hauptnetz kann bei der

Winkelmessung unschwer ein Spezialnetz, bezw. die nötige Anzahl Stationen und Hilfspunkte für die photogrammetrische Detailaufnahme eingeschaltet werden. Diese letztere ist in mancher Hinsicht wesentlich leichter wie auf der Nord-

seite, denn die Entfernungen sind nicht so gross, die Neigungen weit geringer und die Beleuchtung der Südseite ist unvergleichlich vorteilhafter. Bedeutend schwieriger sind in jenen unwirtlichen Höhen die Existenzbedingungen für das Beobachtungspersonal. Wenn aber — was bereits im ersten Arbeitsplane verlangt worden war, allerdings vergeblich — am Mönch in passender Lage eine solide und gut eingerichtete Unterkunftshütte erstellt wird, so sind die Arbeiten — günstige Witterungsverhältnisse vorausgesetzt — ohne übertriebene Schwierigkeiten und Anstrengungen auszuführen. Verfehlt aber wäre das Bestreben,

dieselben zu möglichst niedrigen Preisen in Accord zu vergeben, denn Berufsfreudigkeiten, Liebe zur Sache werden hier Resultate erzielen, welche in praktischer wie wissenschaftlicher Hinsicht viel wertvoller sind, als die geringe Summe, die durch accordmässige Schablonenarbeit scheinbar gespart wird. Es müssten die Accord-Preise so hoch gestellt werden, dass sie auch unter den denkbar ungünstigsten Witterungsverhältnissen ausreichen, um gute Arbeiten liefern zu können; da aber solche Preise ausgeschlossen sind, so leiden die Arbeiten bei jedem Accordgeschäfte, dessen Tragweite sich vor der vollen Beendigung desselben in keinem Augenblicke richtig übersehen lässt. Es würde doch geradezu widersinnig sein, konzessionsgemäss 100 000 Fr. und mehr für wissenschaftliche Beobachtungen und Untersuchungen auszusetzen, solche aber bei den grundlegenden eigenen Vorarbeiten durch billigste Veraccordierung geradezu ausschliessen zu wollen zum eigenen Nachteile, denn ein sachkundiger und aufmerksamer Beobachter wird bei den Arbeiten in jenen noch wenig erforschten Gegenden auf Dinge und Vorkommnisse achten und hinweisen können, die nicht nur wissenschaftlich interessant, sondern auch praktisch wertvoll sind.

Wenn aber erst einmal die Linie genauer festgelegt ist und die Tunnelbohrung beginnt, dann würde ich raten, das Tracé streckenweise mit einem Objektiv von langer Brennweite, wenigstens 50 cm, bezw. mit dem besten Teleobjektiv so scharf wie irgend möglich aufzunehmen und bildlich darzustellen, in die Bilder das Tracé einzuzichnen, mit der Natur zu vergleichen und mit einem guten Fernrohr von starker Vergrösserung schnittweise abzusuchen. *) Wo sich eine verdächtige Stelle in der Linie oder deren Nähe zeigt, Vertiefung, Spalte, Riss oder dergl., ist dieselbe von den gegenüberliegenden, gut versicherten Dreieckspunkten aus auch mit dem Theodoliten durch direkte Winkelmessung genau aufzunehmen und darzustellen, um jeder Zeit den Tunnel mit Sicherheit weiter vortreiben zu können. Wird so mit Gewissenhaftigkeit und Sachkenntnis vorgegangen, dann ist ein Unfall, bzw. Absturz infolge fehlerhafter Tracierung nicht zu befürchten. Aber auch nur dann!

*) Dem Phototheodoliten wird hierzu noch eine fernrohrartige Camera von entsprechender Länge beigegeben, welche in den gleichen Conus passt, bezw. eingesetzt wird. Das ganze Instrument erhält entsprechend grössere Dimensionen und erhöhte Leistungsfähigkeit.