Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 57/58 (1911)
Heft: 9

Artikel: Ueber die Absteckung des Lötschbergtunnels
Autor: Baeschlin, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-82655

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: 13.07.2025

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

INHALT: Ueber die Absteckung des Lötschbergtunnels. — Die Wasserkraftanlagen der „Aluminium-Industrie-A.-G. Neuhausen" bei Chippis im Wallis. — Bebauungsplan Bannfeld-Olten. — Die Internationale Lichtmesskommission in Zürich. — Die Bemalung des Schweizer Pavillons auf der Internationalen Hygiene-Ausstellung in Dresden 1911. — Ideen-Wettbewerb zur allgemeinen baulichen Anordnung der Schweiz. Landesausstellung in Bern 1914. — Miscellanea: Einsturz des 250 000 m^3 fassenden Gasbehälters in Wien. Weltausstellung Turin 1911. Strassenbeleuchtung durch Gasstarklichtlampen in Berlin. Aerotechn. Institut für die Pariser Universität. Obere Limmatbrücke der S. B. B. bei Wettingen. III. Internat. Kältekongress Chicago 1913. Elektromotoren für landwirtschaftlichen Betrieb. Schweiz. Landesausstellung in Bern 1914. Eidgen. Tehnische Hochschule. Vergebung der grossen Juradurchstiche in der Schweiz. Brücke über die Muota bei Ibach. Internat. Luftschiffahrtskongress in Turin. — Konkurrenzen: Weltelegraphen-Denkmal Bern. Bismarck-Nationaldenkmal. Schulhaus in Reigoldswil. Anlagen zur Japanischen Ausstellung in Tokio 1917. Bundeshauptstadt des australischen Bundes. — Nekrologie: August Bösch. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafel 23 und 24: Die Bemalung des Schweizer Pavillons auf der internationalen Hygiene-Ausstellung in Dresden 1911.

Band 58. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 9.**

Über die Absteckung des Lötschbergtunnels

von Professor *F. Baeschlin*, Zürich.

I. Die Triangulation Mathys.

Im Sommer 1906 übertrug die Lötschbergbahn-Bauunternehmung Herrn Konkordatsgeometer Th. Mathys, Adjunkt des bernischen Kantonsgeometers, die mit der Absteckung des grossen Lötschbergtunnels zusammenhängenden Arbeiten.

Am 14. Juli 1906 erteilte die Unternehmung den Auftrag, mit den Arbeiten sofort zu beginnen, damit am 1. Oktober mit den Bauarbeiten begonnen werden könne. Infolge der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit beschränkte sich Mathys darauf, vorläufig eine ganz einfache Triangulation auszuführen, die die beiden von der Unternehmung angegebenen Endpunkte des Tunnels miteinander in Beziehung setzte. Der eine dieser beiden Punkte lag in der Nähe des „Parkhotels Gemmi" in Kandersteg, der andere in der sogenannten Hasenlehn bei Goppenstein, hart am rechten Ufer der Lonza.

Abweichend von dem bei den Absteckungen des Gotthard- und Simplontunnels angewandten Verfahren, wurden die beiden Tunnelendpunkte nicht durch eine unabhängig ausgeführte Triangulation miteinander verbunden, sondern sie wurden auf Grund der durch die schweizerische Landestopographie ausgeführten Triangulation III. Ordnung des Berner-Oberlandes zueinander in Beziehung gebracht.

Die Anlage des Triangulationsnetzes geht aus der Abbildung 1 hervor. Aus dieser ist zu ersehen, dass die Netzanlage eine sehr ungünstige ist. Es war aber nicht möglich, mit einfachen Mitteln eine bessere Lösung zu finden, da die topographischen Verhältnisse speziell einem bessern Anschluss des Axpunktes in Goppenstein hindernd entgegenstehen. Um hier überhaupt einen einigermassen günstigen trigonometrischen Anschluss zu erhalten, wurde nicht der oben beschriebene südliche Tunnelendpunkt bestimmt, sondern ein etwa 500 *m* davon enfernter Punkt in der Rückwärtsverlängerung der Tunnelaxe, das sogenannte Axsignal Goppenstein.

Sowohl die gegebenen Punkte III. Ordnung wie auch die neuen Punkte der Tunneltriangulation wurden vermittelst gemauerter Steinpfeiler versichert und signalisiert, indem konische Blechhüte zentrisch auf die Pfeiler verschraubt wurden. Es wurde hierzu also ganz derselbe Signaltyp gewählt, wie bei der Simplontriangulation. (Vergleiche diese Zeitschrift Band XXXVII Seite 222).

Die Messung der Winkel geschah in der Zeit vom 25. August bis zum 8. September 1906 mit einem Kern'schen Repetitionstheodoliten neuer Teilung (400 *g*), der vom Vermessungbureau des Kantons Bern zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellt worden war. Die Winkel wurden 16 bis 32 mal in Serien von 8 fachen Repetitionen gemessen. Das Messungsverfahren war das von der Landestopographie angewendete. (Siehe Instruktion für die Grundbuchvermessungen vom 15. Dezember 1910). Es wurden also auf den gegebenen Stationen die Richtungen nach den Neupunkten durch Winkelmessungen an 2 bis 3 gegebene Richtungen angeschlossen. Diese Messungen wurden unter Berücksichtigung von Gewichten proportional zu den Repetitionszahlen auf die aus den Koordinaten der gegebenen Punkte berechneten Winkel ausgeglichen. Auf den Neupunkten aber wurden, sofern mehr als zwei Richtungen zu bestimmen waren, drei Hauptrichtungen ausgewählt. Die drei Winkel zwischen diesen drei Hauptrichtungen wurden mindestens 16 mal, meistens aber häufiger gemessen. Die noch verbleibenden Richtungen wurden je links und rechts an die zunächst gelegenen Hauptrichtungen angeschlossen, ebenfalls durch mindestens 16 fache Repetition, wobei streng darauf geachtet wurde, dass keine Übergreifungen über die Hauptrichtungen vorkamen. Die Stationen konnten dann nach einem einfachen, von der schweizerischen Landestopographie geübten Rechenverfahren ausgeglichen werden, das auf die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate herauskommt.

Der mittlere Fehler eines ausgeglichenen Winkels mit einer durchschnittlichen Repetitionszahl von 21 ergab sich zu $\pm$ 1,7″ (Zentesimal-Sekunden.)

Höhenwinkel wurden keine gemessen, weil die beiden Tunnelportale direkt an das schweiz. Präzisionsnivellement angeschlossen werden konnten (siehe weiter unten) und Mathys eine Kontrolle dieses Präzisionsnivellements nicht für nötig hielt. Der Verfasser möchte aber in jedem Falle eine überschlägige Kontrolle des Präzisionsnivellements für solch wichtige Arbeiten ausgeführt wissen, weil anerkannter Massen auch in Doppelnivellements grobe Fehler stecken können, speziell ganze Meterfehler. Man bedenke aber, welch gewaltige Mehrkosten die Ausweitung verursachen würde, wenn sich beim Durchschlag ein Höhenfehler von 1 *m* ergäbe. Die Messung der Höhenwinkel hätte übrigens die Arbeit kaum verteuert, weil diese Operation ganz wenig Zeit in Anspruch nimmt.

Die Berechnung der Triangulation geschah nach einem Näherungsverfahren. Es dürfte die Lötschbergtriangulation wohl die letzte grössere Tunneltriangulation sein, die ohne Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate berechnet worden ist.

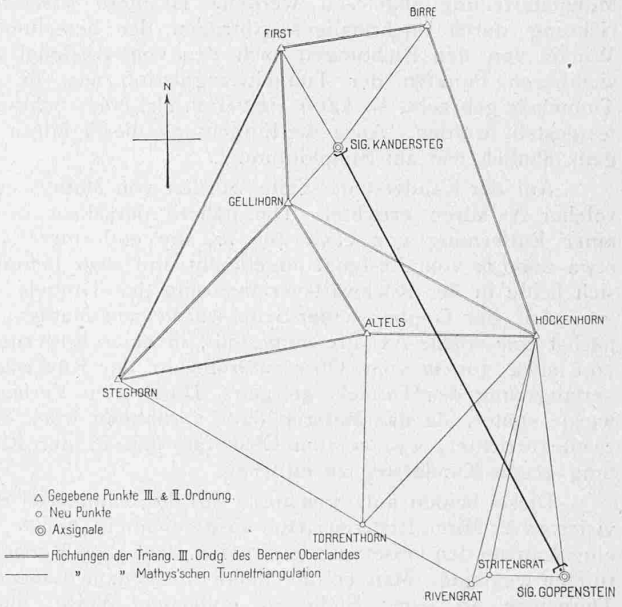

Abb. 1. Dreiecksnetz zur Absteckung des Lötschbergtunnels.
Masstab 1 : 200 000.

Aus den Koordinaten der Punkte wurde das Azimuth der Tunnelrichtung und der an die Axpunkte Kandersteg und Goppenstein anschliessenden Richtungen berechnet, woraus dann die Winkel abgeleitet werden konnten, die man von diesen Richtungen aus abzutragen hatte, um auf den beiden Axpunkten die Tunnelrichtung zu erhalten.

Zunächst stellte es sich heraus, dass die beiden Axsignale in Kandersteg und in Goppenstein sich nicht gut dazu eigneten, um von ihnen aus die Absteckung in den

Tunnel hinein vorzunehmen. In Kandersteg war nämlich dieses Axsignal zu nahe beim Tunneleingang. Es wurde daher 136 *m* von demselben entfernt ein sehr solider Beobachtungspfeiler aus Beton errichtet. Das Zentrumszeichen auf der eisernen Deckplatte wurde auf das genaueste in die Tunnelrichtung verbracht. Dieser Pfeiler wurde in der Folge Observatorium Kandersteg genannt und zum Schutze der Instrumente und des Beobachters mit einer primitiven Holzhütte überdeckt.

In Goppenstein aber war das Axsignal nicht in der Richtung der Tunnelvisur, da es zu hoch lag. Es wurde daher auch hier ein Observatoriumspfeiler in rund 50 *m* Entfernung vom Km. 0,000 errichtet und seine Höhenlage so gewählt, dass man bequem in den mit 3,8 ‰ ansteigenden Tunnel hinein visieren konnte. Auch dieses Observatorium Goppenstein wurde mit einer Holzhütte überdeckt.

Solange die ursprünglichen Axsignale der Tunneltriangulation noch existierten (das Axsignal Kandersteg musste später beseitigt werden, da es den Installationen im Wege war; das Axsignal Goppenstein steht heute noch) wurden Vorkehren getroffen, dass man die Axrichtung nicht jedesmal, wenn man sie brauchte, durch Winkelmessung ableiten musste. Zu diesem Zwecke wurden sogenannte Miren errichtet. Es sind das tief und breit fundierte Betonpfeiler, die in einem Fenster eine vermittelst Mikrometerschraube quer zur Tunnelaxe bewegliche Visiervorrichtungbesitzen, die für Tag- und Nachtbeobachtungen gleich geeignet ist. Die jeweilige Stellung des beweglichen Teiles zur festen Unterlage kann an einer Millimeterteilung abgelesen werden. Ist diese Visiervorrichtung durch mehrmaliges Abtragen der berechneten Winkel von den Richtungen nach den vom Axsignal aus sichtbaren Punkten der Tunneltriangulation aus, in die Tunnelaxe gebracht, so kann sie vermittelst einer Schraube festgestellt werden. Auch die Einrichtung dieser Miren ist ganz ähnlich wie am Simplontunnel.

Auf der Kandersteger-Seite wurden von Mathys zwei solcher Ax-Miren errichtet. Die nähere derselben ist in einer Entfernung von etwa 400 *m*, die entferntere von etwa 2000 *m* vom Axsignal angebracht und zwar befinden sich beide in der Rückwärtsverlängerung des Tunnels.

Auf der Goppensteiner-Seite wurde von Mathys zunächst *eine* solche Ax-Mire aufgestellt, in einer Entfernung von etwa 300 *m* vom Observatorium in der Rückwärtsverlängerung des Tunnels gelegen. Durch den Verfasser wurde später, da das Material dazu vorhanden war, eine zweite errichtet, 239 *m* vom Observatorium in der Richtung gegen Kandersteg zu entfernt.

Diese beiden aufs genaueste in die Tunnelaxe einvisierten Ax-Miren leisteten später ausgezeichnete Dienste, als eine Lawine den Observatoriumspfeiler samt allen Versicherungen wegfegte. Man konnte damit die genaue Lage der Tunnelaxe an jener Stelle in einfacher Weise durch Winkelmessung auf dem neu errichteten Pfeiler wieder bestimmen.

Aus den Berechnungen der Triangulation ergab sich die Entfernung der beiden Axsignale zu 14 316,20 *m*.

Die Entfernung zwischen Axsignal und Observatorium Goppenstein wurde mit Hilfe einer Kleintriangulation im Anschluss an eine gemessene Basis zu 507,01 *m* bestimmt. Mittels direkter Längenmessung wurden die Entfernungen Axsignal — Observatorium Kandersteg, Axsignal — Km. 0,000 Kandersteg und Observatorium — Km. 0,000 Goppenstein ermittelt, mit 120,00 *m*, bezw. 16,70 *m* und 50,96 *m*.

Da die aus der Triangulation berechnete Entfernung zwischen den Axsignalen auf Meeresniveau reduziert ist, während die direkten Messungen auf einer Meereshöhe von rund 1200 *m* ausgeführt sind, und auch die Längenmessung im Tunnel auf diesem Niveau erfolgt, musste die erstere Entfernung ebenfalls auf dieses Niveau umgerechnet werden. Man erhielt daher eine Verlängerung von 2,69 *m*, sodass sich die Entfernung Axsignal Kandersteg bis Axsignal Goppenstein zu 14 318,89 *m* im Niveau von 1200 *m* über Meer ergab.

Ueber die Absteckung des Lötschbergtunnels.

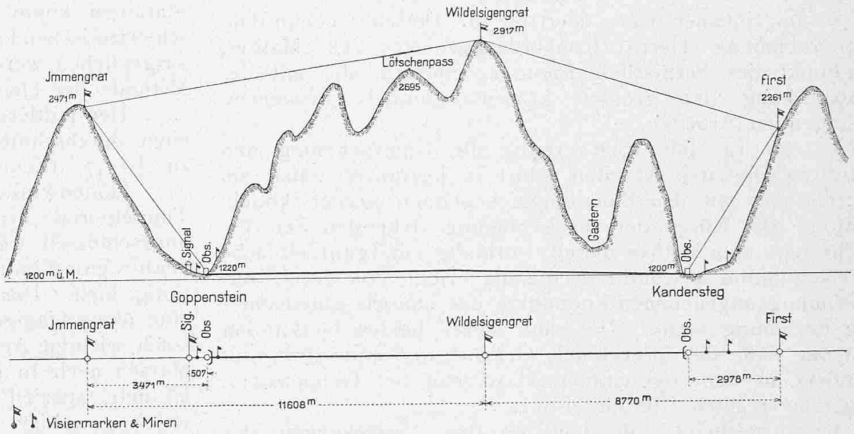

Abb. 2. Längenprofil der oberirdischen Absteckung. — Längen 1 : 200 000, Höhen 1 : 50 000.

Daraus folgt:

1. Entfernung Observatorium Kandersteg — Observatorium Goppenstein = 13 931,88 *m* im Niveau von 1200 *m* ü. M.
2. Länge des Tunnels = Entfernung von Km. 0,000 Nord — Km. 0,000 Süd = **13 744,22** *m* im Niveau von 1200 *m* ü. M.

Damit war alles vorbereitet, was zur Absteckung nötig war, bis auf das Nivellement, auf das wir später zurückkommen werden. Anlässlich der Rekognoszierung seiner Triangulation hatte aber Mathys festgestellt, dass eine direkte oberirdische Absteckung der Tunnelaxe möglich war.

II. Oberirdische Absteckung Mathys.

Mathys konstatierte nämlich, dass man auf der Nord- und Südseite je einen Punkt in der Tunnelaxe so wählen konnte, dass von ihm aus sowohl das betreffende Observatorium und Axsignal, als auch *derselbe* Ax-Punkt auf dem Kamme des Gebirges anzuvisieren war. Dieser letztere Punkt erfüllte, wie die beiden andern, die Bedingung, dass er zugänglich und zur Aufstellung eines Signales wie auch des Theodoliten geeignet war.

Die drei Punkte waren die folgenden:

1. *Axpunkt First,* an den Osthängen des First, dem Gebirgszug zwischen Kandersteg und Adelboden, rund 3 *km* rückwärts des Tunnelportales der Nordseite gelegen.
2. *Axpunkt Immenengrat* auf dem rund 2400 *m* hohen Südwestgrat der Grindelspitzen, zwischen Lonza- und Rhonetal etwa 3 *km* rückwärts des Axsignals Goppenstein gelegen.
3. *Axpunkt Wildelsigengrat* auf dem nahezu horizontalen Teil des Nordostgrates des Balmhorns ungefähr 5,6 *km* vom Nordportal und 8 *km* vom Südportal enfernt.

Es hing an wenig Metern, dass dieser Punkt auf eine unzugängliche Stelle fiel. Wäre das Tunneltracé nämlich nur um ein kleines mehr nach Südwesten gelegen, so hätte die Vertikalebene der Tunnelaxe den Nordostgrat des Balmhorns in seinen wildesten und gefährlichsten Partien geschnitten, wo an ein Aufstellen des Theodoliten ohne kostspielige Vorbereitungen gar nicht zu denken war. Es sei nur daran erinnert, dass an jener Stelle Egon von Steiger abgestürzt ist.

Die Abbildung 2 zeigt im Grund- und Aufriss die Verhältnisse dieser oberirdischen Absteckung. Mathys führte sie noch im Herbst des Jahres 1906 durch, zugleich als Kontrolle der Triangulation.

Vom Axsignal Kandersteg aus wurde durch vielfache Winkelmessungen im Anschluss an die drei Richtungen Gellihorn, First und Birre eine Visiertafel an der Stelle des vorher rekognoszierten und provisorisch festgelegten Axpunktes First in die Tunnelaxe einvisiert. (Der Axpunkt First ist nicht indentisch mit dem trigonometrischen Punkte III. Ordnung First; er liegt etwa 350 *m* südöstlich des letztern).

Diese Visiertafel betstand gleich wie auf den Punkten Immenengrat und Wildelsigengrat aus einem auf einbetonnierten Holzpflöcken horizontal aufgelagerten Brett von 2,00 *m* × 0,50 *m*, dessen Längserstreckung quer zur Tunnelaxe gestellt wurde. Darauf war eine hölzerne Visiertafel (1,20 *m* auf 1,20 *m*) aufgesetzt; in einer Nut liess sich diese Tafel seitlich verschieben und so durch Flaggensignale vom Observatorium Kandersteg aus in die Axe einweisen. Zur Erleichterung des Anvisierens dieser Tafel war sie auf der Kandersteg zugewandten Seite mit dreieckförmigen, weissen und schwarzen Figuren bemalt (Abbildung 3).

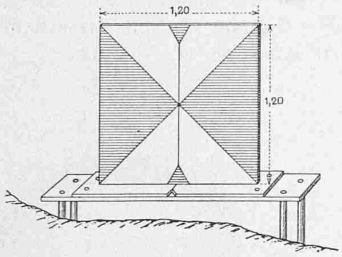

Abb. 3. Visiertafel.

Nachdem der Axpunkt First so in die Tunnelaxe gebracht worden war, wurde dort ein Theodolit genau in die Axe und durch Visur auf das Axsignal Kandersteg in die Vertikalebene des Tunnels gestellt. Vermittelst Kippen des Fernrohrs wurde nach Windelsigengrat visiert und durch Flaggenzeichen jene Visiertafel in die Visur gebracht. Diese Operation wurde mehrere Male, gleichmässig auf beide Fernrohrlagen verteilt, ausgeführt und daraus das endgültige Mittel berechnet. Dann wurde vom Axsignal Goppenstein aus durch Winkelmessung im Anschluss an die Richtung Hockenhorn die Visiermarke auf Immenengrat in die Axe gebracht.

Dort wurde der Theodolit durch Visur nach dem Axsignal Goppenstein genau in die Axe gestellt und die Visiertafel auf dem Wildelsigengrate, die beidseitig bemalt ist in die Axe einvisiert.

Die beiden Stellungen dieser Visiermarke auf Wildelsigengrat, entsprechend den Absteckungen von Norden und von Süden her, differierten nach den Angaben von Mathys um 2,5 *cm*, womit gezeigt war, dass die Tunneltriangulation trotz ihrer scheinbaren Primitivität ein wunderbar genaues Resultat für die Ableitung der Tunnelrichtung geliefert hatte.

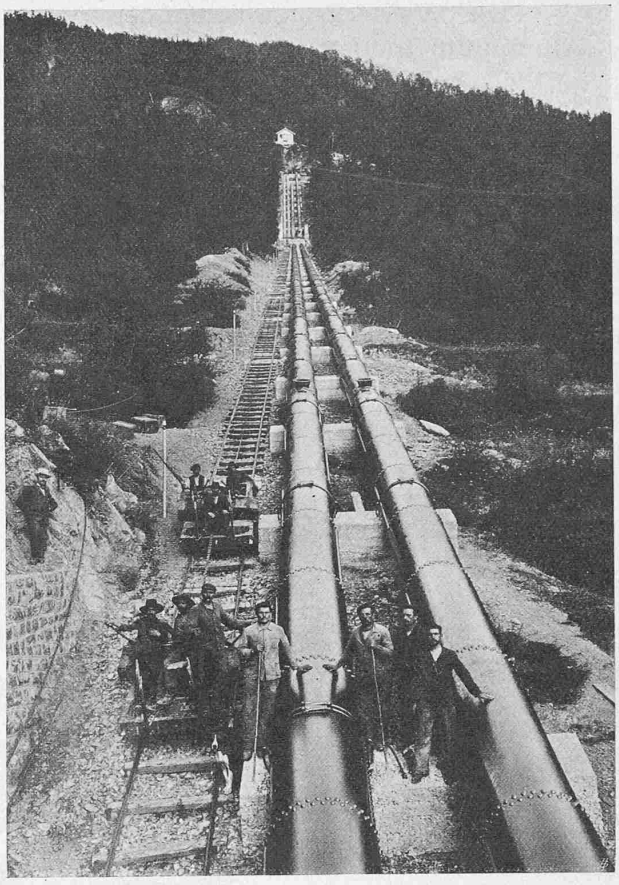
Abb. 16. Wasserschloss und oberer Teil der Druckleitung.

Dass die beiden Axen von Norden und Süden kommend sich auf dem Wildelsigengrat sozusagen absolut genau getroffen haben, war damit erwiesen. Hingegen war man noch nicht sicher, ob die beiden Axen wirklich in *einer* Vertikalebene lagen. Falls die Durchschlagsstelle im Tunnel nahezu senkrecht unter den Wildelsigengrat zu liegen kam, hatte das keinen Einfluss auf den Durchschlagsfehler. Aber wenn die Entfernung von diesem Punkte eine beträchtliche war, musste sich dies im Durchschlagsfehler geltend machen. Auf Vorschlag von Professor Rosenmund, der von der Bauunternehmung als Verifikator der Abstekkungsarbeiten des Herrn Mathys bestimmt worden war, nahm dieser denn auch für das Jahr 1907 eine Winkelmessung zwischen den Richtungen Axsignal First und Axsignal Immenengrat auf Wildelsigengrat in Aussicht. Entsprechend der Anregung in seinem Verifikationsbericht hat Professor Rosenmund denn auch im Laufe des Winters 1906/07 die Lotabweichungen auf den Stationen Kandersteg, First, Immenengrat und Goppenstein berechnet, um daraus die oberirdischen Absteckungsergebnisse von dem Einflusse dieser Lotstörungen zu befreien. Durch den Verfasser ist dann später auch noch der Vollständigkeit halber die Lotabweichung für den Punkt Wildelsigengrat berechnet worden. (Forts. folgt.)

Navizance-Kraftwerk der Anlage Chippis der A. I. A. G.

Abb. 19. Blick aus Nordwest auf das Fabrikareal und das Dorf Chippis.