

Paper-ID: VGI_190407



Die Triangulierung zum Bau des Tremml-Tunnels

Siegmund Wellisch ¹

¹ *Wiener Stadtbauamt*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **2** (4), S. 49–54

1904

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Wellisch_VGI_190407,  
  Title = {Die Triangulierung zum Bau des Tremml-Tunnels},  
  Author = {Wellisch, Siegmund},  
  Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {49--54},  
  Number = {4},  
  Year = {1904},  
  Volume = {2}  
}
```



ÖSTERREICHISCHE Zeitschrift für Vermessungswesen.

ORGAN DES VEREINES

DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Herausgeber und Verleger:

DER VEREIN DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Redaktion und Administration: Wien, III. Kúbeckgasse 12. K. k. österr. Postsparkassen-Scheck- und Clearing-Verkehr Nr. 824.175.	Erscheint am 1. und 16. jeden Monats Preis: 12 Kronen für Nichtmitglieder.	Expedition und Inseratenaufnahme durch <i>Ad. della Torre's Buch- & Kunst-druckerei</i> Wien, IX. Porzellangasse 28.
--	--	---

Nr 4.

Wien, am 16. Februar 1904.

II. Jahrgang.

INHALT: Die Triangulierung zum Bau des Tremml-Tunnels. Von S. Wellisch, Ober-Ingenieur des Wiener Stadtbauamtes. — Zur Frage der Überwachung der Stabilisierungsmarken der trigonometrischen Punkte. Von A. Burg-haus er, k. k. Obergeometer für agrarische Operationen in Brünn. — Schrauben-Mikroskop der Firma Otto Fennel Söhne in Kassel. Von Johana Beran, k. k. Geometer der Neuvermessungs-Abteilung für Niederösterreich. — Vereinsnachrichten. — Kleine Mitteilungen. — Bücherschau. — Personalien. — Inserate.

Nachdruck der Original-Artikel nur mit Einverständnis der Redaktion gestattet.

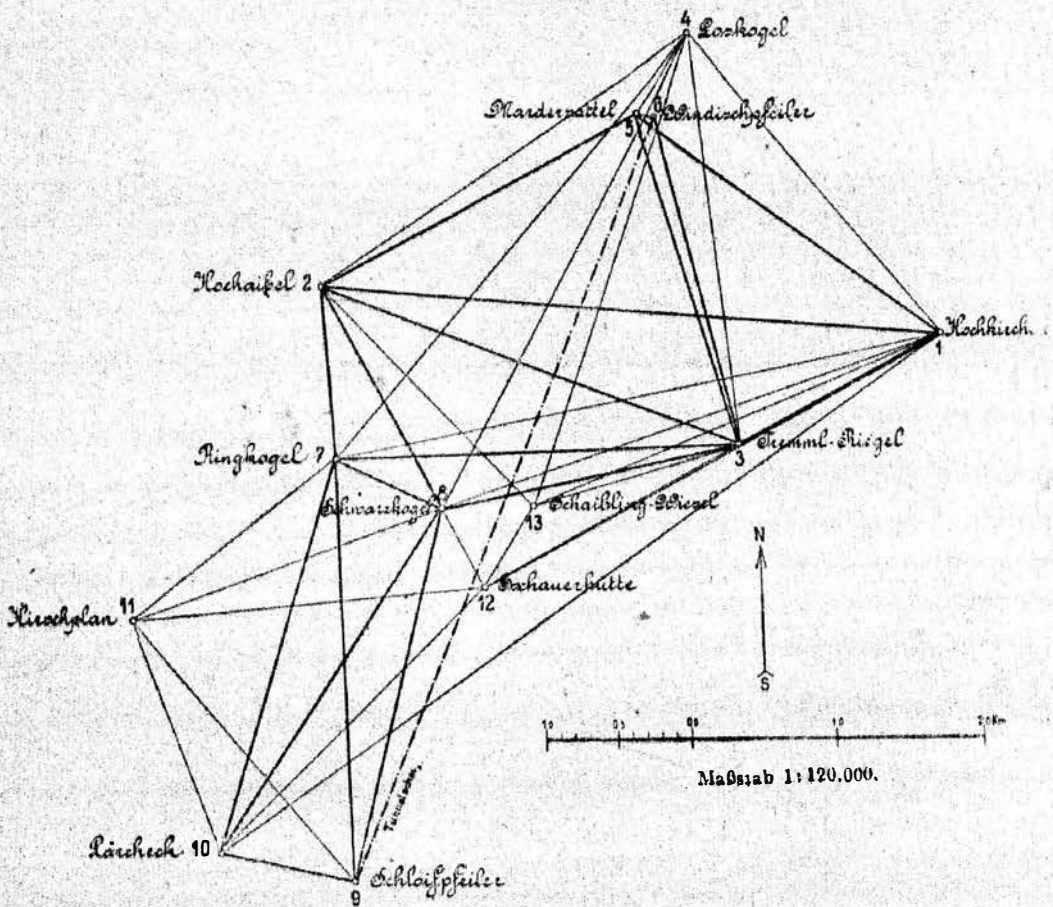
Die Triangulierung zum Bau des Tremml-Tunnels.

Von S. Wellisch, Ober-Ingenieur des Stadtbauamtes in Wien.

Wie aus früheren Berichten über die Studien zum Bau der zweiten Kaiser Franz-Josef-Hochquellenleitung bekannt ist, führt die Trasse der neuen Wiener Hochquellen-Wasserleitung von der in Wildalpe situirten Vereinigungskammer für die Zuleitungen aus den Quellengebieten zunächst im Lehnstollen bis zur Aquäduktübersetzung vor dem Eibensattel im Hopfgartentale und durchfährt dann die Wild- und Göstlinger Alpen in drei längeren Stollen, u. zw. den Hochkogel zwischen dem Hopfgarten und Imbach in einer Länge von rund 1820 m, den Röcker zwischen dem Imbach und Lassingbach in einer Länge von rund 2350 m und den Tremml zwischen dem »Gschloif« im Lassingbachtale und der Windischbachau in Ybbs-Steinbach bei Göstling in einer Länge von rund 5380 m. Behufs Verfassung des Projektes wurde bereits im Jahre 1900 eine flüchtige Triangulierung über die genannten Gebirgsrücken im Anschlusse an eine im Hopfgarten direkt gemessene Basis von 460 m Länge durchgeführt und wurden mit diesem Dreiecksnetze die Polygonzüge für die tachymetrische Terrainaufnahme in den erwähnten vier Talern mit separaten Basislinien angebunden, weshalb diese Vortriangulierung ausschließlich der 8 Basisendpunkte die verhältnismäßig große Anzahl von

22 Netzknoten erforderte. Für die Absteckung zum Bau der einzelnen Stollen erschien daher wegen Einbeziehung der auf Grund der Projektpläne ermittelten und in der Natur festgelegten Tunnel-Achspunkte und mit Rücksicht auf den provisorischen Charakter der ersten Dreiecksmessung im Jahre 1901 eine neue Präzisions-Triangulierung notwendig.

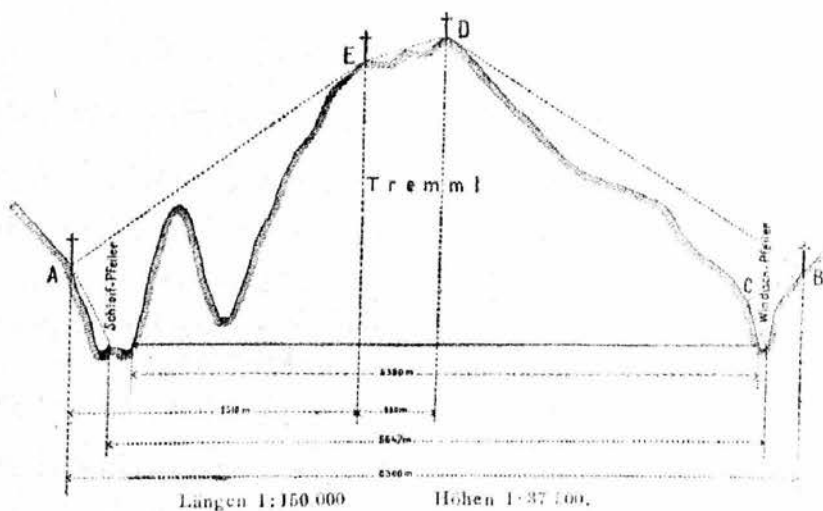
Das Triangulierungsgebiet für den längsten dieser Stollen wird von den Höhenzügen des Hochkaars und Dürrensteins begrenzt. Die beiden Tunnel-



mundlöcher liegen in sehr schmalen, von steilen Felswänden gebildeten Tälern, die nur ganz bestimmte Fernblicke auf die umliegenden Bergkuppen gestatten und dadurch die Anlage eines günstigen Triangulierungsnetzes erschweren. Der zu beiden Seiten jäh abfallende Tremmlrücken bildet die Grenze zwischen Niederösterreich und Steiermark und erhebt sich bis 1700 m. Die beiden in der Tunnelachse erbauten Pfeiler, welche als Observationsstandpunkte für die Absteckung der Tunnelrichtung dienen, erhielten in der Schloif eine Höhe von 6·20 m und in der Windischbachau eine Höhe von 2·50 m über dem Terrain vor den Tunnelöffnungen. Die Triangulierungspfeiler wurden aus

Bruchstein in Portlandzement gemauert und erhielten an der obersten Stelle eine ebene Marmorplatte im Ausmaße von 0·40 m im Quadrat und 0·20 m Höhe, welche als Instrumenten-Unterlage, zugleich aber auch als Niveaufixpunkte dienen. Das hölzerne Gerüste für den Beobachter steht ohne Verbindung mit dem Steinpfeiler. Die Höhenkote für das nördliche Tunnelmundloch in Niederösterreich beträgt 632·50 m, an der südlichen Tunnelöffnung in Steiermark 635·72 m.

Behufs genauer Orientierung erfolgte die Triangulierung im Anschlusse an die Landestriangulierung, u. zw. an die trigonometrischen Punkte Hochkaar, Dürrenstein und Voralpe. Mit Hilfe dieses grundlegenden Dreieckes, welches durch Winkelmessung kontrolliert und richtig befunden wurde, ist die Basis »Hochkirchen-Hochhaibel« von 4260·06 m Länge abgeleitet worden, welche, mit der direkt gemessenen Basis im Hopfgartental zur Kontrolle in Verbindung gebracht, bis auf 0·05‰ übereinstimmte. Das Triangulierungsnetz



umfaßte — ausschließlich der beiden Achspunkte »Schloißpfeiler« und »Windischpfeiler« — 11 Winkelpunkte. Sämtliche Punkte ließen sich durch Vorwärtseinschneiden bestimmen und konnte deren Bezeichnung durch Standsignale (Stangen-, bzw. Pyramidensignale) erfolgen. Kostspielige und unbequeme Hochstände, sowie unsichere Baumsignale konnten zum Glück vermieden werden, obwohl das außerordentlich zerklüftete, schroffe und doch stark bewaldete Gebiet des Wildalpen- und Steinbachforstes mit den vielfach zerrissenen Gebirgsbildungen und tiefen Taleinschnitten eine so einfache Konstruktion des trigonometrischen Netzes nicht voraussehen ließen.

Das in der Triangulierungsskizze durch starke Linien hervorgehobene Hauptnetz von bloß 8 Punkten, bestehend aus drei durch beide Diagonalen versteiften Vierecken, würde allein schon der Hauptbedingung einer rationellen Triangulierung Genüge leisten, nämlich der Forderung, daß jeder vorwärts

eingeschnittene Punkt nicht nur durch zwei Visuren bestimmt, sondern auch durch eine dritte Visur kontrolliert werde. Die übrigen durch feinere Linien verbundenen Punkte dienten zum besseren Einschneiden der Richtungen, sowie zur schärferen Winkelausgleichung und Genauigkeitsberechnung. Bloß der einzige Punkt »Windischpfeiler« konnte keinen Kontrollschnitt erhalten, weil das schmale, von hohen Felswänden schluchtartig eingeschlossene Tal des Windischbaches eine dritte Sicht unter günstigem Winkel nicht gestattete. Es wurde jedoch durch Ausholzung im Lehnenforste die Visur »Tremmlriegel-Mardersattel« zu dem Zwecke freigemacht, um in dem Dreiecke »6—3—5« alle drei Winkel durch direkte Messung zu erhalten, und wurde der Punkt »Loskogel« einbezogen, um die beiden letztgenannten Punkte mit besonderer Schärfe festlegen zu können.

Vor Beginn der Winkelmessung ist es von Vorteil, über den Wert oder die »Güte« der einzelnen Netzkpunkte sich klar zu werden. Die Punkte »Hochkirchen« und »Hochaiabel« kommen als Basisendpunkte hierbei nicht in Betracht. Alle von dieser Basis unter günstigem Winkel direkt eingeschnittenen Punkte, wie »Ringkogel, Schwarzkogel, Schaiblingwiesel, Tremmlriegel, Mardersattel und Loskogel« können als »trigonometrische Punkte I. Güte«, bezeichnet werden. Die von einer Dreiecksseite I. Güte bestimmten Punkte sind dann »trigonometrische Punkte II. Güte«, u. s. w. Punkte geringerer Güte kommen aber in unserem Netze nicht vor. Es ist beruhigend, zu wissen, daß der Achspunkt »Windischpfeiler« bestimmt wird von der Seite »3—5«, deren Endpunkte von I. Güte sind und selbst wieder von Punkten gleichen Wertes kontrolliert und verbessert werden. Dasselbe ist der Fall bei dem zweiten Achspunkt »Schloifpfeiler«, welcher von der wiederholt kontrollierten Seite I. Güte »7—8« bestimmt wird. — Ein wesentliches Augenmerk ist beim Vorwärtseinschneiden auch darauf zu richten, daß die zu bestimmenden Punkte von den betreffenden gegebenen Punkten aus möglichst rechtwinklig oder doch bis zu 60" bzw. 120' eingeschnitten werden. Dies ist im Hauptnetze durchwegs der Fall.

Zur Winkelmessung wurde ein Theodolit mit Schraubenmikroskopen von Starke & Kammerer verwendet, dessen Horizontalkreis in 10 zu 10 Minuten eingeteilt ist. Da der Zählrechen fünf Zähne besitzt, so entspricht einer Umdrehung der Schraube zwei Minuten und einem Teile der in 60 Teilen eingeteilten Trommel zwei Sekunden. Die Winkel wurden in beiden Kreislagen in der Regel durch satzweise Richtungsbeobachtungen u. zw. durchschnittlich in 3—4 Sätzen gemessen; einzelne für die Berechnung besonders wichtige Winkel wurden aber außerdem auch repetitionsweise bestimmt, um die durch das lange Stehen des Instrumentes verursachten Fehler unschädlich zu machen.

Die Dreiecksberechnung erfolgte nach der »Instruktion zur Ausführung der trigonometrischen und polygonometrischen Vermessungen.« Die nach der Methode der kleinsten Quadrate erhaltenen Endresultate seien nachstehend zusammengestellt:

1. Ausgegliche Koordinaten und deren mittlere Fehler M_y und M_x der beiden Achspunkte:

$$\text{Windischpfeiler} \quad \left\{ \begin{array}{l} y = + 102745.88 \pm 0.031 \text{ m} \\ x = + 48384.37 \pm 0.046 \text{ „} \end{array} \right.$$

$$\text{Schloifpfeiler} \quad \left\{ \begin{array}{l} y = + 104913.48 \pm 0.028 \text{ „} \\ x = + 53599.25 \pm 0.013 \text{ „} \end{array} \right.$$

2. Südwinkel der Tunnelrichtung von »Windischpfeiler« nach »Schloifpfeiler« nebst deren mittleren Fehler m :

$$\sigma = 22^\circ 34' 14.0'' \pm 2.73''.$$

3. Länge der Tunnelachse von Pfeiler zu Pfeiler nebst deren mittleren Längenfehler:

$$L = 5647.43 \pm 0.037 \text{ m.}$$

Die Koordinaten sind auf den Meridian und das Perpendikel des Anfangspunktes »Turm zu St. Stefan in Wien« bezogen.

Die mittlere Querabweichung q am Begegnungspunkte in der Tunnelmitte ergibt sich mit Benützung der Länge L und des mittleren Richtungsfehlers m wie folgt:

$$q = L \cdot \text{tg } m = 5647 \cdot \text{tg } 2.73'' = 0.075 \text{ m.}$$

Die mittlere Abweichung von der Tunnelachse — hervorgebracht durch die unvermeidlichen Beobachtungsfehler der Triangulierung — beträgt somit

$$\frac{q}{2} = \pm 3.8 \text{ cm.}$$

Zur Kontrolle wurde die Tunnelachse im Jahre 1903 auch über Tag abgesteckt. Zunächst wurden von den beiden Observationspfeilern aus in der Richtung der Tunnelachse mit Benutzung des Sekunden-Theodoliten die im

Längenschnitte ersichtlichen Signale A und B festgelegt. Hierauf wurde von B aus über die Marke C und den Punkt D hinaus eine Gerade bis E ausgerichtet. Dasselbst wurde das Instrument zum letzten Male aufgestellt, das Signal D genau in die Mitte des vertikalen Doppelfadens gefaßt, das Fernrohr um 180° gedreht und nach dem Signal A gerichtet, welches zwischen den beiden Vertikalfäden nahe der Mitte derselben erblickt wurde. Um das Signal A (unter Berücksichtigung des Kollimationsfehlers des Instrumentes) genau in die Mitte des Doppelfadens zu bringen, war eine seitliche Verschiebung des Instrumentes um 1.0 cm erforderlich. Danach ergibt sich durch die Absteckung über Tag eine Querabweichung aus der Proportion:

$$ED : AD = 1.0 : x$$

$$x = \frac{3170}{660} \cdot 1.0 = 4.8 \text{ cm}$$

oder eine Abweichung von der Tunnelachse von $\frac{x}{2} = \pm 2.4 \text{ cm}$

gegenüber der theoretischen Richtungsabweichung von $\frac{q}{2} = + 3.8 \text{ cm}$

Die große Verantwortung, die dem Ingenieur als Geodäten bei Ausübung seines Berufes trifft, ist ebenso bekannt, wie die pedante Sorgfalt und Exaktheit, womit alle Arbeiten auszuführen sind, die als Grundlage für kostspielige Bauausführungen vorausgehen haben. In erster Linie ist dies bei Präzisions-Triangulierungen der Fall. Es läßt sich gar nicht ausdenken, welche Folgen ein selbst geringfügiger Fehler, sei es in der Messung, in der Berechnung, oder Absteckung der Tunnelrichtung unter Umständen nach sich ziehen kann. Mit der Größe der Verantwortung wachsen aber auch die Arbeiten, die Mühen und Anstrengungen. Schon bei der Auswahl der Triangulierungspunkte kann man die Gewissenhaftigkeit des ausübenden Ingenieurs beurteilen, wenn man die Schwierigkeiten bedenkt, die schon das Terrain allein im Hochgebirge verursacht.

Das Triangulierungsgebiet bei Wildalpe zeichnet sich durch besondere Unwegsamkeit aus, wie dies schon die Ortsbezeichnungen der Umgebung dartun, wie: »Unsinniggraben«, »Tamischleiten«, »Sauloch«, »Elendgraben«, »Hundsau«, »die böse Wand« und »in der Not«. Das Gelingen eines Triangulierungswerkes fordert daher nicht nur Gewissenhaftigkeit und Akkuratesse, es setzt im Hochgebirge auch körperliche Elastizität voraus.

Wildalpe, den 1. Dezember 1903.