

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Zeitschrift des Vereins Schweizerischer Konkordatsgeometer [ev. = Journal de la Société suisse des géomètres concordataires] |
| Herausgeber: | Verein Schweizerischer Konkordatsgeometer = Association suisse des géomètres concordataires |
| Band: | 4 (1906) |
| Heft: | 1 |
| Artikel: | Die geodätischen Arbeiten für die Bestimmung der Richtung, der Länge und Höhenverhältnisse des Simplontunnels |
| Autor: | [s.n.] |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-179217 |

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: 23.02.2026

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

Zeitschrift

des

Vereins Schweizer. Konkordatsgeometer

Organ zur Hebung und Förderung des Vermessungs- und Katasterwesens

Jährlich 12 Nummern. Jahresabonnement Fr. 4.—

Unentgeltlich für die Mitglieder.

Redaktion:

J. Stambach, Winterthur.

Expedition:

Geschwister Ziegler, Winterthur

Die geodätischen Arbeiten für die Bestimmung der Richtung, der Länge und Höhenverhältnisse des Simplontunnels.

Wir haben in No. 3 des vorigen Jahrgangs der Zeitschrift einen zusammenfassenden Artikel über die geodätischen Arbeiten am Simplontunnel in Aussicht gestellt, unmittelbar unter dem Eindrucke des glücklich erfolgten Durchschlages.

In der Tat läßt sich kaum eine geodätische Arbeit höheren Ranges denken, welcher vom rein wissenschaftlichen, wie vom Standpunkte des Praktikers aus eine solche Bedeutung zukäme. Bei kürzeren Durchstichen mag es genügen, den Anforderungen der Praxis nachzukommen, welche lediglich ein Zusammentreffen nach Richtung und Höhe innerhalb der durch die gewöhnliche Praxis gegebenen Grenzen voraussetzt. Daß dies mit verhältnismäßig einfachen Mitteln durchaus zuverlässig und ohne Zuhilfenahme der Ausgleichungsrechnung geschehen kann, haben die Absteckungen für die Tunnels der Albulabahn bewiesen, und daß diese Möglichkeit auch für längere Tunnels besteht, geht aus der Vergleichung der Arbeiten von Gelpke und Koppe für die Bestimmung der Axe des Gotthardtunnels hervor. Die von einander durchaus unabhängigen Triangulationen von Gelpke und Koppe,

erstere ohne, letztere mit Ausgleichung, stimmen in der Tunnelrichtung so genau, auf etwa 1,5" überein, daß die dadurch verursachte Querabweichung beider in der Mitte des Tunnels nur ca. 5 cm betragen hätte.

Wenn seiner Zeit der Gotthard-Triangulation von Gelpke vielleicht nicht das verdiente Maß von Zutrauen entgegengebracht wurde, so mag einerseits der Maßstab, den der Bauingenieur an gewöhnliche Absteckungsarbeiten zu legen gewohnt ist, anderseits aber auch der Mangel an kritischem Verständnis der Genauigkeit von Triangulationen höheren Ranges die Schuld daran getragen haben. Unter allen Umständen aber war es zu entschuldigen, wenn man angesichts der hohen Bausumme und der außerordentlichen Verantwortlichkeit klar sehen wollte und eine Kontrolle veranlaßte. Diese Kontrolle, durchgeführt mit allen damaligen Hilfsmitteln der Wissenschaft und Technik hat dem gekränkten Gelpke eine glänzende Satisfaktion verschafft, und sie hat namentlich auch gezeigt, was ein tüchtiger, sorgfältiger Beobachter und Praktiker zu erreichen imstande ist.

Zwischen den Arbeiten am Gotthard und Simplon liegt ein Zeitraum von 25 Jahren. In dieser Zeit hat sich nicht nur die geodätische Wissenschaft und Praxis gehoben, sondern namentlich auch das Zutrauen, das man in ihre Resultate setzt.

Das ungläubige Staunen der Laien, die zweifelnden Refürchtungen der Techniker, die sich an die Möglichkeit eines Zusammentreffens nach stundenweiter Maulwurfsarbeit im Innern eines Berges geheftet, sind durch die gemachten Erfahrungen einer ruhigen Sicherheit gewichen.

Die Aufgabe der Bestimmung der Axe des Simplontunnels war nach verschiedenen Beziehungen eine schwierigere als am Gotthard, die bedeutendere Länge, 20 gegenüber 15 Kilometer, und die mehr als das Doppelte betragende Höhendifferenz zwischen den Taleingängen und den Spitzen des Gebirgsmassivs mußten die Arbeit komplizieren, anderseits konnten aber die am Gotthard gemachten Erfahrungen benutzt werden.

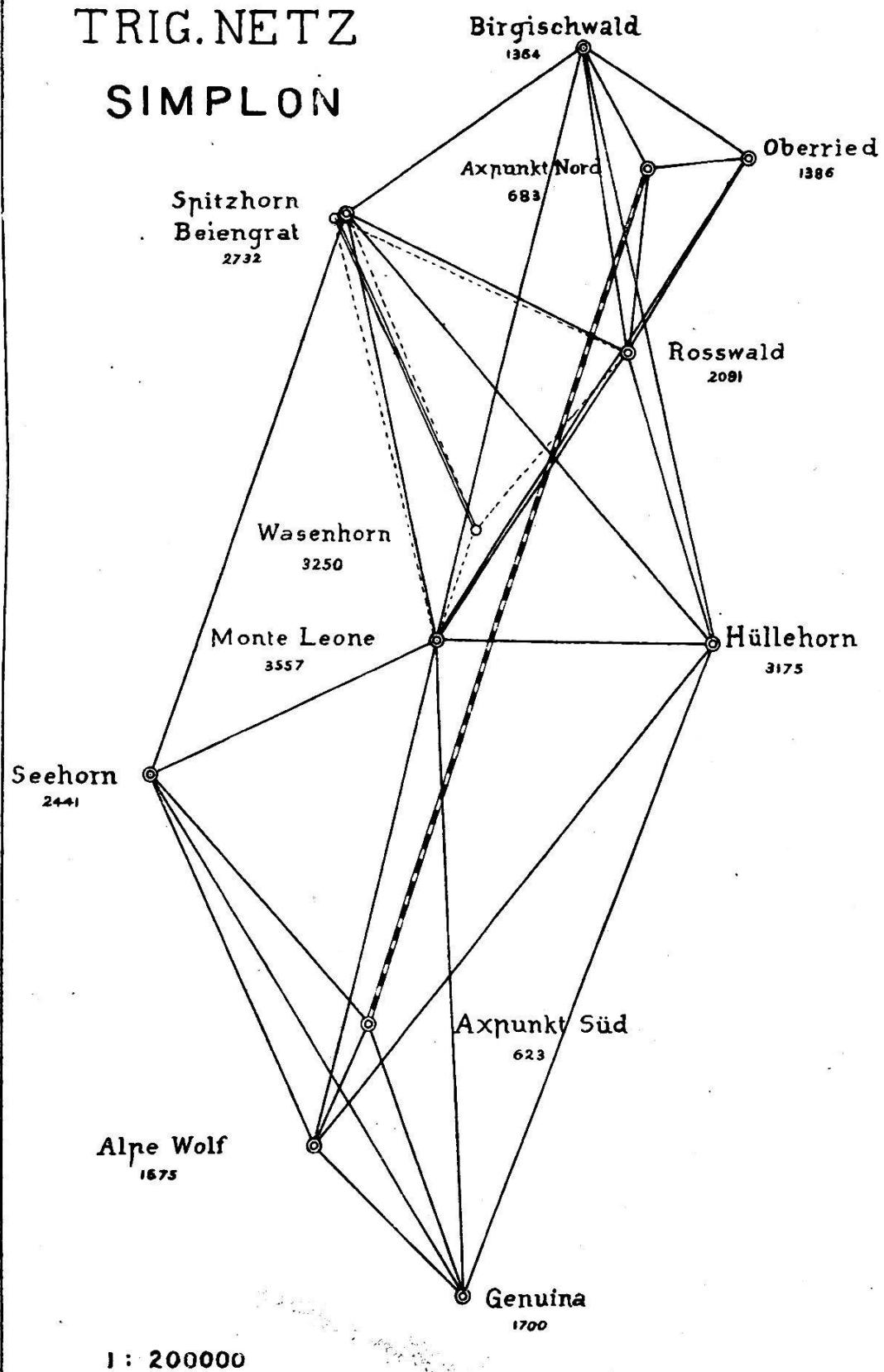
Die ebenso interessante als schwierige Arbeit wurde von der Baugesellschaft für den Simplontunnel dem damaligen Ingenieur des eidg. topographischen Bureau, jetzigen Professor der Geodäsie am eidg. Polytechnikum, Herrn M. Rosenmund, anvertraut. Er hat die ihm gestellte Aufgabe in einer Weise gelöst, die ihm allgemeinste

Anerkennung und von mehreren Universitäten die Ernennung zum Ehrendoktor brachte. Die Resultate derselben sind in einem „Bericht der Direktion der Jura-Simplon-Bahn an das schweiz. Eisenbahndepartement, bearbeitet von M. Rosenmund, Ingenieur des eidgen. topographischen Bureau“ (Bern, Haller'sche Buchdruckerei, 1901) niedergelegt. Die nachstehenden Ausführungen sind im wesentlichen diesem Berichte entnommen, ebenso die Abbildungen, die uns mit Ausnahme des Netzplanes von der Kreisdirektion I der S. B. B. freundlich zur Verfügung gestellt wurden.

Prinzip. Sind beidseitig eines Berges zwei Punkte, welche in der Tunnelrichtung liegen sollen, gegeben, so gestaltet sich die Richtungsbestimmung außerordentlich einfach, wenn das Längenprofil zwischen diesen beiden Punkten die Lösung der in der gewöhnlichen Geometerpraxis häufig vorkommenden Aufgabe gestattet: Gegeben sind zwei Punkte, die unter sich nicht sichtbar sind, es soll eine Gerade zwischen denselben abgesteckt werden. Diese Aufgabe wird in zwei Aufstellungen durch gegenseitiges Einweisen, mit einer Aufstellung auch wohl durch Versuch mit der Kreuzscheibe gelöst. Für ausgedehnte Absteckungen kann das successive Einweisen vermittelst des Theodoliten erfolgen, wobei es nicht nötig ist, sich nur auf einen Zwischenpunkt zu beschränken. Die derart eingewiesenen Punkte werden durch Signale bezeichnet und geben von den Talpunkten aus nun die Tunnelrichtung an. In dieser Weise konnte am Mont Cenis und am Arlberg vorgegangen werden, die topographischen Verhältnisse am Simplon würden, die Möglichkeit einer solchen Absteckung auch zugegeben, wegen der großen Zahl der Zwischenpunkte dieselbe nicht zuverlässig genug ergeben haben. Eine nachträgliche oberflächliche Absteckung am Gotthard, nachdem die Axe durch Triangulation festgestellt war, hat Dr. Koppe unter großen Gefahren versucht, ohne aber zu einem abschließenden Resultate zu gelangen; am Simplon wurde aus guten Gründen ohne weiteres auf einen solchen Versuch verzichtet und ein trigonometrisches Netz, das die beiden Axpunkte im Norden und Süden mit einander verbindet, über die Gebirgskette gelegt.

Das Richtungsnetz, in unserer Figur voll ausgezogen, besteht aus elf Punkten; es lässt sich in zwei Ketten zerlegen, von denen jede für sich genügt hätte, den Zusammenhang zwischen den Axpunkten zu vermitteln, die aber vereint genommen, eine überaus wirkungsvolle Kontrolle ergeben.

TRIG.NETZ SIMPLON



1 : 200000

An das Richtungsnetz sind angeschlossen die der Landestriangulation angehörenden Punkte Wasenhorn und Beiengrat (Faulhorn). Die Verbindungslinee Wasenhorn-Beiengrat liefert die Orientierung und den Maßstab. Der Anschluß an das Richtungsnetz ist durch gestrichelte Linien angegeben. Es sei hier ausdrücklich bemerkt, daß für die Absteckung, für die ja ausschließlich Richtungsverhältnisse in Frage kommen, das Richtungsnetz für sich allein genügt, es ist deshalb in der Folge auch für sich allein berechnet und ausgeglichen worden.

Nimmt man z. B. die Linie Monte Leone-Hüllehorn als Nullrichtung, Monte Leone als Nullpunkt, die Länge derselben ganz beliebig an, so lassen sich mit Hilfe dieser fingierten Annahmen sämtliche relativen Richtungsverhältnisse, nicht aber das geodätische Azimut und die Länge bestimmen.

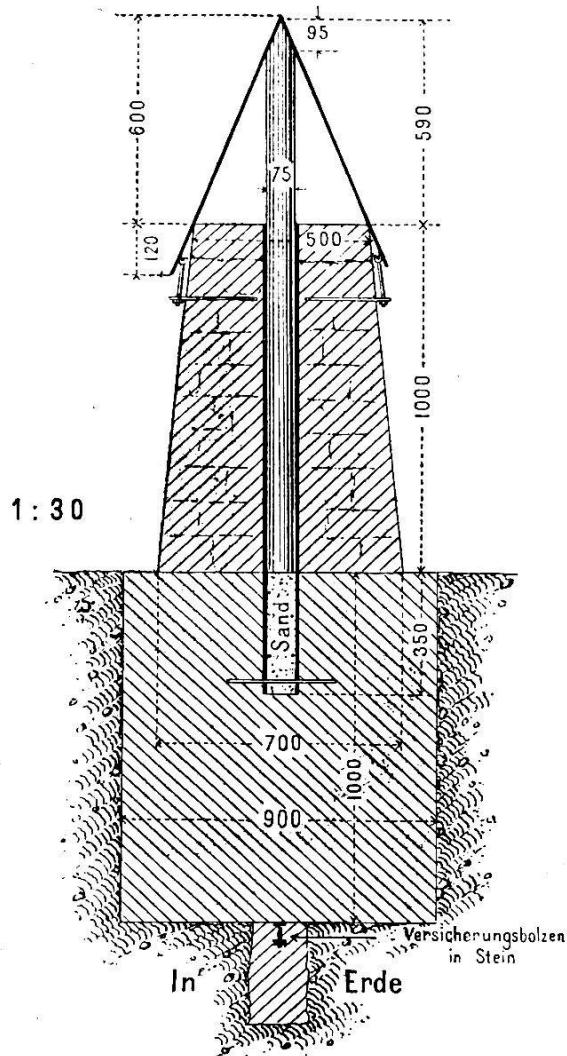
Die Bestimmung der Orientierung und der Distanzen führte dann zur selbständigen Berechnung und Ausgleichung des Anschlußnetzes.

Die beiden Axpunkte in Nord und Süd sind mit je drei trigonometrischen Signalen in Verbindung gebracht; die Tunnelrichtung konnte demnach beidseitig aus drei Richtungen abgeleitet und daraus ein Mittel von hoher Zuverlässigkeit gewonnen werden. Bekanntlich endigt der Tunnel beidseitig in einer Kurve; zum Zwecke der Absteckung mußten deshalb besondere Absteckungsstellen getrieben werden.

Rekognoszierung und Signalstellung. Bei dem jetzigen Stande der Topographie und dem kräftigen Relief des Simplonmassivs und seiner Umgebung war es möglich, das trigonometrische Netz in seinen Hauptlinien mit Hilfe der topographischen Karten schon auf dem Bureau zu entwerfen und demgemäß mit der Detailrekognoszierung sofort die Signalstellung in Aussicht zu nehmen.

Die Signale bestehen aus einem in Zementmörtel gemauerten Pfeiler, in der Axe eine Eisenröhre, in welche eine Holzstange gesteckt ist, welche einem konischen Blechhute als Stütze dient, welcher durch einen Ring mit dem Pfeiler verschraubt werden kann. Der Signalkörper ist genau symmetrisch, Spitze des Blechhutes mit der Axe und der Versicherungsschraube genau in einer Vertikalen. Wenn beobachtet werden soll, kann der Blechhut abgenommen, die Holzstange herausgezogen und das Instrument genau in die Axe des Signals gestellt werden.

Die Signalform ermöglicht deshalb ein genaues Anzielen von auswärts und eine zentrische Aufstellung; es ist alle Gewähr vorhanden, daß die so überaus ärgerlichen Zentrierungsfehler nicht auftreten, eine der ersten Bedingungen für jede gute Triangulation. Es ist wohl kaum nötig beizufügen, daß jede trigonometrische Station noch sekundär — durch in die Felsen eingehauene Kreuze etc. — versichert ist.



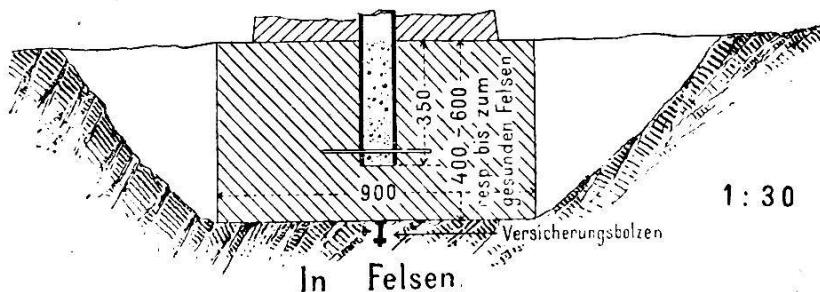
heit des Gipfels kennen zu lernen. In röhre wurden gleich mitgenommen.

Um den Talschlenklubisten unter den Geometern ein ungefähres Bild zu geben, welcher physischen Leistungsfähigkeit, Ausdauer und persönlichen Mutes die Rekognoszierung und Signalstellung bedurfte, geben wir die Signalstellungen auf dem Monte Leone und Hüllehorn in Wortlaut.

„Am 6. Juli erste Rekognoszierung vom Simplonhospiz aus mit zwei Gehülfen, um den Weg und die Beschaffen-

Blechhut, Stange und Eisen-

röhre wurden gleich mitgenommen. Die Besteigung über den



Hohmattengletscher und den obersten Teil des Alpiengletschers bot keine Schwierigkeit. Der Gipfel lag noch tief im Schnee, nur einzelne Felsrippen schauten hervor. Mit den Gletscherpickeln mußte bis 1,70 m tief Schnee weggescharrt werden, um auf festen

Boden zu gelangen. Da jene aber hiefür ungeeignet waren, so konnte der Platz für die Signalstelle noch nicht vollständig geräumt werden. Immerhin war konstatiert, daß für ein Signal günstiger Boden vorhanden war. Außerdem wurden Spuren eines italienischen Signals aufgefunden in Form von vier eisernen, über einander gesetzten Röhrenstücken, welche zum Bau des Pfeilers mitverwendet werden sollten. Der Blechhut wurde unter einer Felsplatte so aufgestellt, daß er sich, wenn die Sonne schien, mit Schmelzwasser füllen mußte.

Am 11. Juli, fünf Tage später, zweite Besteigung des Monte Leone behufs Signalbau mit 13 Mann, deren Lasten wie folgt verteilt waren:

Ein Träger mit Holz, Kochkessel zum Schmelzen von Schnee und mit Eisenbestandteilen; zwei Träger mit Schaufeln, Schneehacken, sonstigen Werkzeugen und Apparaten; sieben Träger mit Zement; drei Träger mit Sand, welch letzterer von der obersten schneefreien Moräne, zirka $3\frac{1}{2}$ Stunden unter dem Gipfel, mitgenommen werden mußte.

Die Expedition, welche beim Betreten des Gletschers in drei Gruppen an je ein Seil festgebunden war, befand sich meist vom dichten Nebel eingehüllt, und hätten wir nicht die Spuren der früheren Rekognoszierung im Schnee gehabt, so wäre ein Einhalten des richtigen Weges nicht möglich gewesen. Um 10 Uhr war der Gipfel erreicht. Die Temperatur war wenig über 0°. Der Blechhut hatte sich in den fünf Tagen seines Daseins nur etwa um $\frac{1}{4}$ mit Wasser zu füllen vermocht. Sofort wurde mit dem Räumen der Signalstelle und der Wasserfabrikation begonnen; erstere Arbeit allein beschäftigte zwei Arbeiter bis 12 Uhr mittags. Man hatte gerade Holz genug gehabt zum Schmelzen des nötigen Wassers; die Sonne hatte uns bei dieser Arbeit ganz im Stich gelassen. Um den Pfeiler vor Frost besser zu schützen, wurde er mit den leeren Zementsäcken umwickelt. Beim nächsten Besuch, einen Monat später, war der Gipfel schneefrei; der Pfeiler war gut erhalten und zeigte keine Risse.“

Signalstellung auf dem Hüllehorn. 8. Juli, morgens um 2 Uhr, Aufbruch mit fünf Trägern von Berisal aus behufs Rekognoszierung des Gipfels und Herbeischaffung eines Teils des Materials. Wegen heftigen Regens und undurchdringlichen Nebels konnte vom Steinengletscher aus nicht weiter vorgedrungen werden. Das mitgebrachte Material wurde dort deponiert.

9. Juli. Wetter unsicher und neblig; dennoch Aufbruch von Berisal morgens 6 Uhr, diesmal mit zehn Trägern, welche den noch benötigenden Zement, Werkzeug etc. aufluden. An dem Orte angelangt, wo wir tags zuvor unseren ersten Transport deponiert hatten, lüftete sich zeitweise der Nebel. An der Felswand des Hüllehorns zeigte sich eine Schneekehle, wo man hoffen durfte, durchzukommen. Die Lasten wurden aufgenommen; jeder Träger hatte seine 20—30 kg. Dennoch mußte ein Teil des Materials (Eisenröhre und die Hälfte Zement, dessen wir zirka 120 kg bedurften) zurückgelassen werden. Es wurden zwei Kolonnen gebildet, jede für sich angeseilt. Die auserlesene Schneekehle erwies sich bei näherer Betrachtung leichter, als man aus der Ferne vermutete. Weiter oben kam hart gefrorener Schnee, teils an steilen Hängen, an denen mit dem Gletscherpickel Stufen gehauen werden mußten. Den obersten Teil des Hüllehorns bildet ein schmaler Felsgrat, auf welchem, nördlich vom Kulminationspunkt und um einige Meter tiefer, das Signal erstellt werden sollte.

Es war 11 Uhr 40 Minuten. Das Wetter hatte sich aufgeheizt, ein klarer Himmel lag über uns. Es war anzunehmen, dass, wenn wir nun den Rest unserer Materialien hier oben hätten, alle Aussicht vorhanden wäre, das Signal fertig zu erstellen. Der Weg auf den Gletscher herab und wieder zurück mochte 3 bis 4 Stunden betragen.

Sand war genügend vorhanden als Verwitterungsprodukt der Glimmerschieferfelsen. Nach Versammlung sämtlicher Träger wurden dieselben nun vor die Alternative gestellt, entweder das fehlende Material jetzt zu holen und das Signal fertig zu bauen, oder am folgenden Tag, einem Sonntag, den ganzen Weg von Berisal aus noch einmal zu machen. Den Lohn sollten sie in beiden Fällen auch für den Sonntag erhalten. Sie zogen einstimmig das erstere Verfahren vor. Es wurden daher zwei Transportkolonnen zu je vier Mann gebildet; die eine hatte das Material zu holen und halbwegs herauf zu bringen; die zweite sollte entgegengehen und die Lasten bis zum Gipfel befördern. Die beiden Maurer waren von dieser Transportarbeit dispensiert; sie sollten mit dem vorhandenen Zementvorrat den Aufbau des Pfeilers beginnen.

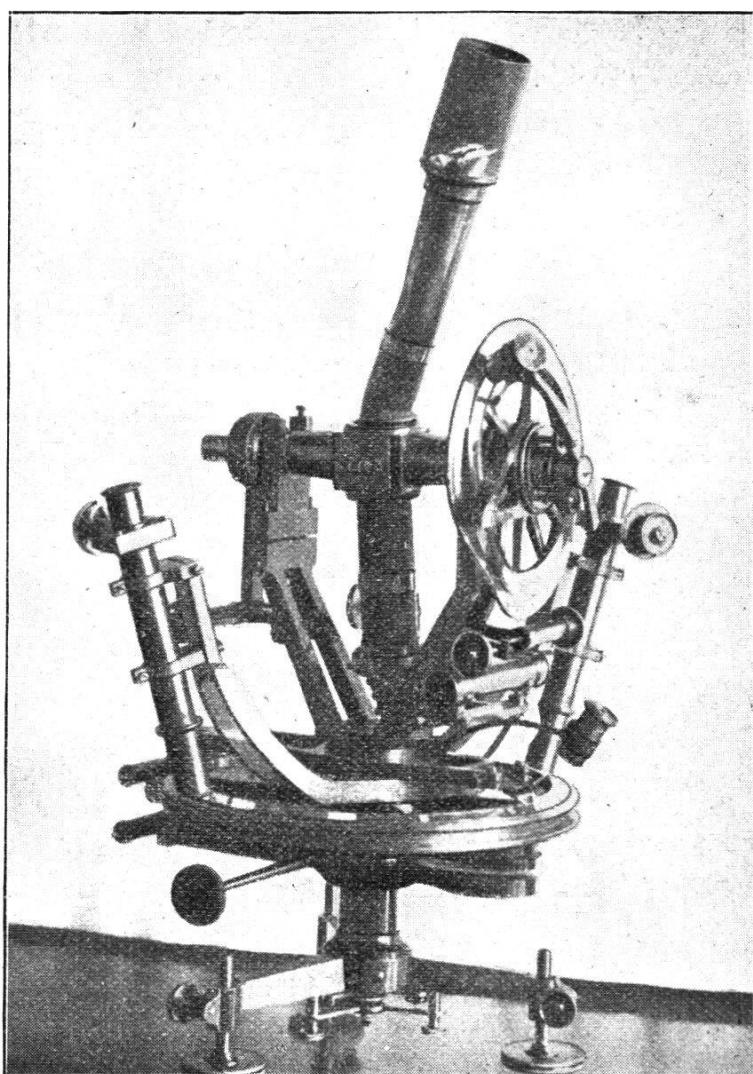
Das Wasser zum Anmachen des Mörtels war sehr spärlich; es mußte abseits von der stark wehenden Bise am Osthang des Grates durch Schmelzen von auf Steinplatten gelegtem Schnee durch die Sonnenstrahlen gewonnen werden; als aber bald die

letzteren die nötige Kraft hiefür nicht mehr hatten, mußte der Schnee in die mitgebrachte Gießkanne getan und darunter mit dem ebenfalls heraufgeschafften Holz Feuer gemacht werden.

Unsere Transportkolonnen kamen des aufgeweichten Schnees halber nur sehr langsam vorwärts. Dennoch langte um 4 Uhr der Rest des Materials bei der Signalstelle an, und um 6 Uhr war das Signal fertig.

Die Winkelmessungen. Instrumente. Zur Verwendung kam ein Mikroskoptheodolit von Kern & Cie. in Aarau, mit Repetitionsvorrichtung, Horizontalkreis 21 cm mit direkter Teilung von $4'$ zu $4'$ alte Teilung, Angabe der Mikrometertrommel der Mikroskope $4''$, der indessen auf der Station Hüllehorn verunglückte. Wir geben ohne weiteren Kommentar die Photographie des über einen Felsen heruntergestürzten Instrumentes. Kaum 24 Stunden nach dem Unfall war ein 8-Zöllernoniontheodolit von der gleichen Firma konstruiert, Kreisdurchmesser 24 cm, Angabe der Nonien $10''$ alte Teilung zur Stelle, welcher für 2 Stationen als Aushülfe benutzt wurde.

Trotz der Verschiedenheit der Instrumente zeigten vergleichende Untersuchungen, daß sie keine wesentlich verschiedene Genauigkeit aufwiesen, weshalb die Messungen beider als gleichgewichtig angenommen werden durften. Nach einer län-



gern Unterbrechung, bedingt durch anderweitige Pflichten des Ingenieurs, wurden die Beobachtungen mit dem inzwischen reparierten ersten Instrumente, dessen Unterbau intakt geblieben war und nur ein neues Fernrohr benötigte, fortgesetzt.

Die Winkelmessung wurde nach der Methode der Winkelmessung in allen Kombinationen mit Repetition durchgeführt. Hat man auf einer Station z. B. 4 Richtungen, so wurden gemessen die Winkel:

$$\begin{array}{lll} ab & ac & ad \\ bc & bd & \text{im Ganzen} \end{array} \frac{4 \times 3}{2} = 6 \text{ Winkel}$$

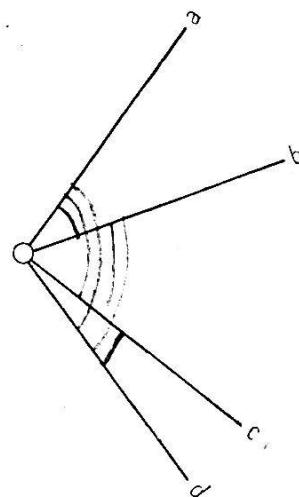
cd

Die Winkel der ersten Reihe können als unabhängig betrachtet werden, es ergeben sich dann die folgenden nach:

$$\begin{aligned} bc &= ac - ab \\ bd &= ad - ab \\ cd &= ad - ac \end{aligned}$$

Umgekehrt können die Winkel der ersten Reihe aus den nachfolgenden abgeleitet werden. Allgemein wäre bei n Richtungen die Anzahl aller möglichen Winkel

$$\frac{n(n-1)}{2}$$



Soll, wie es für die Simplontriangulation vorgeschrieben war, jede Richtung 48 mal eingestellt werden, so ergeben sich bei

2 Richtungen 1 Winkel mit 48maliger Repetition

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| 3 | " | 3 mit $\frac{2 \times 48}{3} = *32$ | " | " |
| 4 | " | $6 \quad " \quad \frac{3 \times 48}{6} = 24$ | " | " |
| 5 | " | $10 \quad " \quad \frac{4 \times 48}{10} = 20$ | " | " |
| 6 | " | $15 \quad " \quad \frac{5 \times 48}{15} = 16$ | " | " |
| 8 | " | $28 \quad " \quad \frac{7 \times 48}{18} = 12$ | " | " |

*) Anzahl der unabhängigen Winkel $\times 48$, dividiert durch die Anzahl der möglichen Winkel.

sodaß das Produkt aus der Zahl der Richtungen und der Repetitionen konstant bleibt, es erhält dann jede Richtung das gleiche Gewicht, ein Umstand, der die Ausgleichung sehr wesentlich vereinfacht.

Bei der Repetition wurde zu jedem Winkel sein Ergänzungswinkel mit Drehung der Alhidade in gleichem Sinne gemessen und dadurch auf dem Felde unmittelbar eine Kontrolle gewonnen. Um die Fehler der Kreisteilung möglichst zu eliminieren, wurde nicht fortlaufend repetiert, sondern nach einem vorher festgestellten Schema vorgegangen, nach welchem sämtliche Stellen der Kreisteilung für jeden Winkel in möglichst gleicher Weise zur Benützung kamen und zugleich die Anfangsablesungen für Winkel mit gleichen Schenkeln verschieden waren.

Durch die Anordnung der Winkelmessungen sollte die Einwirkung regelmäßiger und systematischer Fehler möglichst eliminiert und durch die Repetition im Gegensatz zu den Richtungsbeobachtungen erreicht werden, daß alle Signale zu den Tageszeiten beobachtet wurden, in denen ihre Beleuchtung am günstigsten war.

Wir haben schon bei Besprechung der Signalstellung darauf hingewiesen, welche ungewöhnlichen Anforderungen solche Arbeiten an die Ausdauer und persönliche Leistungsfähigkeit der Ingenieure stellen, und lassen nun noch die Skizze einer Arbeitswoche folgen.

Monte Leone 3557 m.

- 15./19. VIII. Vom Simplonhospiz (2003 m) über den Hofmatten gletscher und den obern Teil des Alpiengletschers nach dem Mettgrat und zum Gipfel $4\frac{1}{2}$ —5 Stunden. Winkelmessung vom 15.—17. August 1898, 8 Richtungen, demnach $\frac{8 \times 7}{2} = 28$ Winkel mit 12maliger Repetition, dazu 2 Nebenrichtungen, welche 3 Winkel mit 32facher Repetition erforderten. In den ersten zwei Tagen auf italienischer Seite dichter Nebel, erst am dritten klar.
18. VIII. Beiengrat 2732 m, $2\frac{1}{4}$ Stunden vom Simplonhospiz, 4 Richtungen.
19. VIII. Spitzhorn 2731 m, $2\frac{1}{4}$ Stunden vom Simplonhospiz, 5 Haupt- und 2 Nebenrichtungen.

20. VIII. Wasenhorn 3250 m, $3\frac{1}{2}$ Stunden vom Simplon-hospiz, 4 Richtungen.
22. VIII. Hüllehorn 3145 m, von Berisal, 1526 m, in 5 Stunden zu erreichen. Instrument verunglückt.

Beendigung der Station — 6 Richtungen — am 31. August mit dem 8-Zöller Nonientheodolit.

Es ist wohl überflüssig, diesen nackten Zahlen etwas beizufügen, sie sprechen lebendig und bereit genug von Strapazen, Entbehrungen und Gefahren mancherlei Art, sie liefern eine treffliche Illustration zum Normalarbeitstag des Ingenieurs und Geometers, dessen Tätigkeit ihn ins Hochgebirge führt.

Die Stationsausgleichung. Nimmt man die Winkel ab ac $ad \dots$ als unabhängig an, so können, wie schon bemerkt, alle andern Winkel aus diesen abgeleitet und mit dem für sie erhaltenen Werte verglichen werden. Dabei aber ergeben sich stets Widersprüche, herrührend von den unvermeidlichen Beobachtungs- und Instrumentenfehlern. Diese Widersprüche werden vermittelst der Ausgleichung gehoben, sodaß das System sämtlicher Winkel auf einer Station ein gleichstimmiges wird. Indem man sämtliche Winkel mit dem Schenkel a als unabhängige annimmt, macht sich diese Ausgleichung außerordentlich rasch, und ohne jede komplizierte Rechnung, in sozusagen mechanischer Weise. Es trifft dies aber nur unter der obigen Voraussetzung und der weiteren zu, daß wirklich alle möglichen Kombinationen gemessen worden sind. Der mittlere Fehler eines Winkels ergab sich als Mittel aus allen Stationen zu $0,95''$, der wahrscheinliche Fehler somit zu $0,64''$. Es ist wohl nicht zufällig, daß die Stationen mit einer größern Winkelzahl im allgemeinen größere Widersprüche lieferten, als die mit einer beschränkten Anzahl von Winkeln.

Das Mittel aus den Verbesserungen der Winkel nach erfolgter Stationsausgleichung beträgt $0,92''$. Eine Vergleichung zeigt, daß auf den drei mit dem Nonienrepetitionstheodoliten beobachteten Stationen der mittlere Fehler eines Winkels mit $0,9''$ sich nicht ungünstiger stellt als auf den übrigen 8 mit dem Mikroskop-theodolit beobachteten Stationen, ferner daß der mittlere Fehler eines Winkels mit der Anzahl der beobachteten Richtungen zunimmt. Es ergab sich bei

3 Richtungen der mittlere Fehler zu $0,5''$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|------|
| 4 | " | " | " | " | " | 0,2" |
| 5 | " | " | " | " | " | 0,9" |
| 6 | " | " | " | " | " | 1,2" |
| 8 | " | " | " | " | " | 1,6" |

Es scheint dies darauf hinzuweisen, daß mit der Anzahl der in die Ausgleichung eingehenden Elemente der mittlere Fehler größer wird, wie ja die Ausgleichung von ausgedehnten Triangulations-, namentlich aber von Höhennetzen größere mittlere Fehler liefert als die Ausgleichung einzelner Polygone. Für Winkelstationen mit einer beschränkten Zahl von Richtungen und damit beschränkter Beobachtungsdauer mag der Grund dieser Erscheinung darin liegen, daß unter dieser Voraussetzung gewisse, namentlich Zielfehler, stets im gleichen Sinne begangen werden, wodurch sich eine größere Uebereinstimmung zwischen den unabhängigen und den aus den ersteren abgeleiteten abhängigen Winkeln ergibt, als bei vielen Richtungen und langer Beobachtungsdauer.

Als Nutzanwendung dürfte sich ergeben, sich jeweils auf einer Station mit zahlreichen Richtungen zunächst auf die Hauptrichtungen zu beschränken, diese für sich auszugleichen und nachher die untergeordneten Richtungen einzufügen.

Nachdem die Stationsausgleichung beendigt war, wurden die Winkel in den 27 Dreiecken des eigentlichen Netzes zusammengestellt, der sphärische Exzess ϵ berechnet und die Winkelsumme mit $180^\circ + \epsilon$ verglichen. Daraus ergab sich ein durchschnittlicher Schlußfehler von $3,1''$. Der größte Widerspruch erreichte den Betrag von $8,5''$. Nach der Stationsausgleichung ließen sich Widersprüche in so hohem Betrage nicht erwarten. Eine nähere Betrachtung der Dreiecke zeigte, daß die größte Differenz in einem Dreiecke mit Axpunkt Süd und einer Steilvisur von $23^\circ 40'$ vorkam. Der nächstliegende Schluß führt in einem solchen Falle auf das Vorhandensein von Projektionsfehlern infolge ungenügender Horizontierung des Instrumentes. Eine Nachmessung der Winkel auf den verdächtigen Stationen, bei welcher die Neigung der Horizontaldrehaxe vermittelst der Querlibelle gemessen und in Rechnung gezogen wurde, führte, was wegen der Kompenstation des Horizontalaxenfehlers durch Messen in beiden Lagen des Fernrohres vorauszusehen war, zu keiner Verbesserung der

Dreiecksschlüsse. Die ungenügenden Dreiecksschlüsse mußten deshalb auf Projektionsfehler, hervorgerufen durch eine falsche Stellung der Vertikaldrehaxe, zurückgeführt werden. Da die Stellung der letzteren aber durch die Libelle genügend gesichert ist, mußte auf eine Fehlerursache, welche für die Stellung der Libelle bestimmend ist, geschlossen werden. Man fand diese in der Anziehung der Gebirgsmassen und den durch sie bewirkten Lotstörungen.

(Fortsetzung folgt.)

Erwägungen ?

Ist es ratsam für junge Geometer in die Tropen, speziell nach Holländisch-Indien, zu gehen?

Auf Wunsch meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Stambach, will ich hier die oben aufgeworfene Frage kurz erörtern, denn angesichts der Tatsache, daß ich fast 4 Jahre in Indien (Borneo) als Topograph tätig war, darf ich mir wohl ein Urteil erlauben und je nach den Umständen zu oder abraten.

Die Art der Arbeit. Da auf Borneo (und auch auf vielen andern Inseln und tropischen Gegenden) weder Triangulation noch Katastervermessung existiert und das Terrain infolge der üppigen Vegetation namentlich im Urwald, so unübersichtlich als irgend möglich ist, sind fast alle Vermessungen mit Hilfe des Kompasses zu erstellen. Wegen des geringen Bodenwertes und der angeführten Schwierigkeit ist es unmöglich und auch nicht unbedingt notwendig, große Genauigkeit der Arbeit zu erzielen, auch bedingt der Zweck der Arbeit in der Regel das Erstellen von Karten resp. Plänen in sehr kleinem Maßstabe, verlangt somit keine peinliche Arbeit. Dabei stehen dem Topograph nur ungeschulte Arbeiter (Eingeborne) zur Verfügung, mit denen er so gut oder so schlecht auszukommen hat, als es eben möglich ist. Er darf keine Arbeit scheuen oder gering achten, muß vielerlei können und verstehen, was am Technikum, überhaupt an einer Schule nicht gelehrt wird, muß die Arbeiter lehren und anlernen, so lange, bis sie ihre Aufgabe begriffen haben und zwar gilt das nicht nur von den Arbeitern im Beruf, sondern von allem und jedem, als da ist: Wege aushauen, rudern, segeln, kochen usw.