

Die schweizerische Landestriangulation: Vortrag

Autor(en): **Brönnimann**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **5/6 (1885)**

Heft 7

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-12846>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Die schweizerische Landestriangulation. — Correspondenz. — Miscellanea: Kältezuführung. Die Errichtung von Anstalten für Hydrologie und Meteorologie in Preussen. Deutscher Verein für Fabrication von Ziegeln etc. Electriche Strassenbahn. Niederwaldbahn.

Megameter. Technische Hochschule zu Hannover. Academie der bildenden Künste in Berlin. — Preisausschreiben der Academie der Wissenschaften in Turin. — Necrologie: † Gustav Stiebitz. — Literatur: Façon-eisen und seine Anwendung. — Vereinsnachrichten.

Die schweizerische Landestriangulation.

Vortrag von Herrn Stadtgeometer *Brönnimann*, gehalten im bernischen Ingenieur- und Architekten-Verein am 9. Januar 1885.

(Schluss.)

Den Anfang zu der

Eidgenössischen Triangulation

machte Oberstquartiermeister Finsler von Zürich, indem er nach der im Jahr 1809 gegen Oesterreich und Deutschland stattgefundenen Grenzbesetzung unter Oberleitung von Johannes Fehr, Ingenieur und Schanzenherr in Zürich, durch Stabs-offiziere die nordöstliche Schweiz, d. h. die Cantone Thurgau, Appenzell, St. Gallen und Zürich, trianguliren liess. Die Arbeiten wurden jedoch wieder liegen gelassen, wenn auch nicht aus den Augen verloren, da weder die Eidgenossenschaft, noch die Cantone mit hinreichenden Subsidien für die Fortsetzung eingestanden waren, obwohl das Bedürfniss nach einer genauen Karte immer mehr zu Tage trat und ihre Erstellung als eine öffentliche Aufgabe im Princip anerkannt worden war.

Dagegen ist auf cantonalem Gebiete noch einer nennenswerthen Leistung zu erwähnen, nämlich die von Ingenieur Antoine Joseph Buchwalder im Auftrag der bernischen Regierung im Anschluss an Trechselfs Netz besorgte trigonometrische Vermessung und Kartenaufnahme des Bisthums Basel.

Erst im Jahr 1819 leuchtete die Angelegenheit in eidgenössischen Kreisen wieder auf, um von da an mit mehr oder weniger Energie ununterbrochen fortgesetzt zu werden. Zunächst gingen die Bestrebungen dahin, die Triangulation der Ostschweiz mit denjenigen von Basel und Bern in directe Verbindung zu bringen und im Fernern durch den Canton Waadt bis an den Genfersee auszudehnen. Mit der Ausführung wurde Heinrich Pestalozzi betraut, mit theilweiser Hülfe Johann Caspar Horner's, einer bedeutenden mathematischen Capacität, welcher in den Jahren 1803—1806 mit Krusenstern als Schiffsastronom die Reise um die Welt gemacht.

Bei der Berechnung der Verbindungstriangulation stellte sich aber heraus, dass die Anschlussseiten der Cantonsnetze Längenwidersprüche zeigten, welche für Kartenzwecke zwar nicht von Einfluss, aber für die wissenschaftliche Befriedigung Beseitigung erforderten. Man glaubte deren Ursache nicht in der Winkelmessung, sondern vielmehr in der Differenz des Urmasses suchen zu sollen, was schon im Jahre 1825 den Gedanken wachrief, eine nochmalige Messung der Aarberger-Basis vorzunehmen, um solche als einheitliche Grundlinie für das ganze Netz aufzustellen. Namentlich war es Trechsel von Bern, welcher dahin drängte und einen einschlägigen Brief an Horner vom 11. November 1825 mit dem Satze schloss: „Anch wäre es schön, wenn einmal „Zürich und Bern, in einer wissenschaftlichen Sache wenigstens, „sich brüderlich zusammenthäten — und gerade wir diese „Brüder wären.“ Es wurde erkannt, dass diess der einzige Weg sei, um aus der Ungewissheit herauszukommen. Horner und General Finsler theilten die Ansicht Trechselfs vollkommen, nur bestand die grosse Schwierigkeit in der Beschaffung authentisch richtiger Masstäbe; die Originalmasse der frühern Tralles'schen Messung, Copien der Peru-toise, existirten nicht mehr oder waren durch Rost unbrauchbar gemacht worden. Auch die Kosten schreckten ab. Hinsichtlich des ersten Punktes schrieb Horner an Professor Schumacher in Hamburg, welcher im Besitz von 3 Toisen von Lenoir, Canivet und Fortin war, die bereits bei Basis-messungen im Gebrauch gewesen; auch setzte er sich in Verbindung mit dem berühmten Mechaniker Repsold, der im Stande war, genaue Copien zu liefern. Die bezüglichen Verhandlungen führten denn auch zur Bestellung einer Copie

der Fortin'schen Toise. Doch trat von da an die Basis-messungsangelegenheit wieder in den Hintergrund, da Horner und Trechsel mit der Mass- und Gewichtsregulirung und der Anlage eines schweizerischen Netzes für meteorologische Beobachtungen in Anspruch genommen waren.

Unterdessen wurde die Triangulation in der romanischen Schweiz betrieben und es erhielt namentlich der Canton Waadt unter Leitung von Oberst Burnier durch Pestalozzi und seinem Nachfolger Hypolite de Saussure ein detaillirtes Netz.

Allein die schwierigste Aufgabe blieb immer noch zu lösen und wäre vielleicht noch lange ungelöst geblieben, wenn nicht neue Factoren glücklich hinzugetreten wären; es betrifft dies den Alpenübergang.

Am 20. Februar 1825 erhielt General Finsler von Oberst Campana, Director des geographischen Instituts zu Mailand eine Zuschrift, in welcher die österreichische Regierung der Eidgenossenschaft die Resultate ihrer trigonometrischen Vermessungen im Tessin und längs der Schweizer-grenze gegen die Resultate unserer Vermessungen in der Nord- und Ostschweiz zum Austausch anbot. Dieser Anstoss von Aussen verfehlte seine Wirkung nicht und General Finsler fand durch sein energisches Vorgehen sowohl die finanziellen Hülfsmittel als in Oberst Buchwalder eine erprobte Kraft zur Lösung der Aufgabe. Der wackere Pestalozzi war nämlich schon 1823, infolge allzu knapper Vergütung durch die Tagsatzung, gezwungen, auszutreten und eine seinem Auskommen entsprechende Beamtung anzunehmen.

Buchwalder schritt rasch an's Werk, reconstruirte die Signale der ehemaligen Triangulationen in den Cantonen Bern, Solothurn, Basel, Aargau und Luzern, deren Centren mangels Versicherung verloren gegangen waren, stellte neue Punkte in der Ostschweiz her und vermittelte den Alpenübergang nach dem Tessin mit Anschluss an die italienische Basis und die Tiroler-Kette, mass nachher alle Winkel von Neuem; dies alles unter Erdauerung von Strapazen und Unbilden des Hochgebirges, bis er am 5. Juli 1832 auf seiner letzten Station auf dem Säntis von einer Katastrophe ereilt ward, die seiner unermüdlichen Activität ein Ziel setzte. Ein Blitzstrahl hatte ihm eine mehrwöchentliche Lähmung, sowie jahrelange körperliche Schwäche beigebracht und seinen treuen Gefährten Gobat erschlagen. *)

Inzwischen hatte sich eine andere Stimme erhoben, welche bahnbrechend wirkte für die Herstellung unserer Landkarte. Es war die Stimme unseres hochverdienten Bernerbürgers und berühmten Geologen Bernhard Studer. Dieser Gelehrte empfand ganz besonders den Mangel einer guten Karte für seine geologischen Studien und wendete sich deshalb im Jahre 1828 an die 1815 gegründete, bereits in Ansehen stehende Naturforschende Gesellschaft, welche z. Z. in Lausanne tagte, um ihr die Erstellung einer brauchbaren Schweizerkarte als passende Aufgabe zu unterbreiten. Diese fasste den Gedanken mit Interesse auf und setzte eine Commission ein, bestehend aus den Herren Trechsel, Studer, Horner, Merian, Necker, Charpentier und Lardi, zur Berichterstattung und Ausarbeitung eines Programmes für die nächste Sitzung. Auf den günstig lautenden Rapport fasste die Gesellschaft im folgenden Jahre den Beschluss, die Kosten durch Subscription zu decken. 1830 wurde dann wirklich eine Liste aufgelegt, mit der Verpflichtung jedes Subscribenten, innert 5 Jahren im Minimum 16 Schweizerfranken jährlich einzubezahlen. Zugleich wurde beschlossen, sich mit der Militärbehörde ins Einvernehmen zu setzen, wie der Zweck am besten erreicht werden könnte. War nun der Ausgang der Subscription ein ziemlich resultatloser, so war die Folge des angeführten Beschlusses um so fruchtbarer, denn es ist zweifellos, dass infolge dieser Anregung im Jahr 1832 von

*) Schweiz. Bauztg. Bd. II, Seite 59.

der eidgenössischen Militäraufsichtsbehörde eine Commission einberufen wurde zur Besprechung der definitiven Vollendung der trigonometrischen Vermessungen und der für die topographischen Aufnahmen festzusetzenden Vorschriften.

Unter dem Präsidium von General Finsler nahmen an derselben Theil die Herren Oberstquartiermeister von Wursterberger, Hofrath Horner, Oberst Pestalozzi, Professor Trechsel und Oberst Buchwalder. Es wurde mit Vergnügen constatirt, dass die Triangulation nunmehr ihrem Abschluss nahe sei und nur noch wenige Dreiecke fehlen, um den Anschluss an das österreichische Netz zu bewerkstelligen; dagegen sei noch der Widerspruch in der Verbindungstriangulation von Ost und West abzuklären, welcher wahrscheinlich von der Nichtübereinstimmung der bei der Zürcher- und Aarberger-Basis gebrauchten Messstangen herrühre. Da man zu diesem Zwecke eine Neumessung der beiden Grundlinien in Aussicht zu nehmen habe, so wurde Horner beauftragt, einen Basismessungsapparat nach dem System Schumacher mit gutfindenden Abänderungen bei Mechanikus Oeri in Zürich construiren zu lassen. Die Repsold'sche Copie der Fortin'schen Toise war nämlich schon im Februar 1828 an Horner abgegangen und von Oeri in zwei weiteren Exemplaren nachgemacht worden. Es waren dies 6 Fuss lange vierkantige Stäbe aus reinem Eisen, die an den Enden auf etwa 1" Länge abgerundet und deren Stossflächen auf der einen Seite sphärisch, auf der andern plan geschliffen waren. Je zwei angebrachte Quecksilberthermometer hatten die Bestimmung, die Ausdehnung der Stangen zu bemessen. In Bezug auf die topographische Aufnahme wurde beschlossen, solche möglichst bald beginnen zu lassen und zwar im $\frac{1}{25000}$ in der ebenen Schweiz und im $\frac{1}{50000}$ im Gebirge. Die Karte selbst soll im $\frac{1}{100000}$ entworfen und auf die Sternwarte Bern, d. h. dessen Meridian und Perpendikel bezogen werden. Für die Construction des Netzes wurde Flamsteeds modificirte Projection in Aussicht genommen.

Am 12. März 1833 versammelte sich in Bern die Commission unter dem Präsidium von Oberstquartiermeister Guillaume Henry Dufour zum zweiten Male. Dieselbe bestand aus den Herren General Finsler, Professor Trechsel, Oberst Pestalozzi und Oberst Buchwalder. Hofrath Horner war durch den von ihm protegirten jungen Astronomen Johannes Eschmann von Wädenswil vertreten, allerdings nur mit beratender Stimme.

Ein vorgelegtes Netz der ausgeführten Triangulation diene als Uebersicht des damaligen Bestandes der Arbeiten. Als Programm wurde aufgestellt, dass im Frühjahr Buchwalder, Trechsel und Eschmann die Jurasignale theils mit denjenigen im Baselgebiet, theils mit Napf und Belpberg verbinden sollen, dass im Sommer sodann Buchwalder und Eschmann die Triangulation von Appenzell gegen Voralberg und von Büden gegen das Veltlin zu beendigen haben und dass im Herbste, wenn wenigstens der Apparat bis dahin fertig werde, noch die Grundlinie bei Zürich, sodann im folgenden Jahre noch diejenige bei Aarberg nachgemessen werden solle. Ueber den Grad der Genauigkeit, welchen die Messung der Dreieckswinkel erster Ordnung erhalten sollten, ist zu bemerken, dass das Genauigkeitsmass auf 1" festgesetzt, mithin in der Summe der drei Winkel eine Abweichung von 3" gestattet werden könnte. Für die Detailaufnahme wurden im Fernern die Niveau-Curven zur Darstellung der Höhenverhältnisse vorgeschrieben und zwar für den $\frac{1}{25000}$ Massstab mit 10 m und für den $\frac{1}{50000}$ Massstab mit 30 m Aequidistanz. Um auch die Arbeiten selbst abzukürzen, soll bereits vorhandenes Material auf seine Brauchbarkeit geprüft, nöthigenfalls ergänzt und verwendet werden.

Was nun den Fortgang der Triangulirungsarbeiten im gleichen Jahre betrifft, so waren die beiden Ingenieure im Vorsommer damit beschäftigt, niedergeworfene Signale wieder aufzurichten, neue zu erstellen und Versicherungssteine zu setzen, wo sie fehlten. Von Mitte Juli hinweg bis Mitte November beobachtete Buchwalder sodann auf Napf, Röthi, Chasseral, Gislifluh, Römel und Faux d'Enson um, wie es gewünscht worden war, den Anschluss an die französische Messungen zu vollenden, während Eschmann den Rest des Sommers dazu benutzte, um im Canton Luzern die Triangulation 2. Ordnung zu beginnen.

Wegen Nichtvollendung des Apparates mussten beide Basismessungen auf das folgende Jahr verschoben werden.

Vom 12—25. April 1834 fand dann auch wirklich die Nachmessung der Versicherungsstandlinie bei Zürich und vom 20. September bis 11. October diejenige der Grundlinie bei Aarberg unter Eschmanns Leitung statt, während die Zwischenzeit noch mit Winkelbeobachtungen in der östlichen Schweiz ausgefüllt wurde.

Es liegt nicht in unserer Aufgabe, eine ausführliche Beschreibung dieser Arbeiten zu geben und wir beschränken uns daher auf einige wesentliche Andeutungen. Der dem Schumacher'schen nachgebildete Apparat bestand der Hauptsache nach aus vier 18 Pariserfuss langen, 1 Zoll dicken eisernen Röhren mit stählernen Cylindern an beiden Enden, wovon der eine plan, der andere sphärisch geschliffen war. Zur Verwendung kamen jedoch nur 3 Stangen, die 4. diente lediglich als Reserve. Die Abgleichung fand in Bezug auf die drei aneinander gelegten Toisen statt. Zur Beurtheilung des Ausdehnungsverhältnisses wurden die Stangen in heisses Wasser getaucht und die Längenunterschiede in Beziehung mit den Ablesungen an den angebrachten Thermometern gebracht. Als Auflager bei den Messungen dienten Bockgestelle und ein T-förmiges Werkzeug zur Ablothing. Die Richtungslinie wurde durch eine gespannte Schnur bezeichnet, das Einvisiren der Stangen selbst über angebrachte Pfeile von blossen Auge nach vorn und rückwärts bewerkstelligt. Die Stangen wurden zur Vermeidung von Stößen nicht aneinander geschoben, sondern der gelassene Zwischenraum mit einem eingetheilten Keil gemessen. Eine Libelle vermittelte die waagrechte Lage, in welche die Böcke durch Schrauben gebracht werden konnten. Die Ablesungen wurden für jede einzelne Stangenlage formulgemäss protocollirt.

Als Hauptpersonen fungirten Eschmann mit der Ueberwachung der Alignements und Besorgung der Keilablesungen, Wolf — nunmehriger Director der Zürcher-Sternwarte — mit den Nivellirungen und Thermometerablesungen, indess Wild, derzeitiger Professor am Zürcher-Polytechnikum, mit den Bureauarbeiten betraut war.

Als Schlussresultat der Messung wurde die auf 13° R. (als der Normaltemperatur der Perutoise) und den Meereshorizont reducirte Totaldistanz festgestellt.

Dasselbe betrug für die Linie bei Zürich 3360,256 m nach welchem die Feer'sche Basis 10428,20 Pariserfuss ergeben sollte, während Feer sie 10431,62 Pariserfuss gefunden hatte, in welcher Differenz von 3,42 Pariserfuss eine hinreichende Erklärung für die von Pestalozzi und Trechsel aufgedeckte Anomalie in den Längen der Verbinnungstriangulation enthalten ist.

Für die als Grundlage der eidg. Triangulation dienende Basis Walperswyl-Sugiez resultirte eine Länge von 13053,74 m = 40185,208 Pariserfuss. Sieht man bei diesem Werth von der Reduction auf den Meereshorizont ab, so erhält man 40187,994 Pariserfuss, während sie Tralles 1791 40188,347 Pariserfuss, 1797 40188,542 Pariserfuss gefunden hatte.

Die kleine Differenz von einem halben Pariserfuss auf $2\frac{1}{2}$ Stunden Entfernung zeigt, dass auch schon Tralles seine Sache brav gemacht hatte. Gegenüber der endgültigen Distanz von 13053,74 m hatten die französischen Ingenieure durch geodätische Ableitung von der Ensisheimerbasis her einmal 13053,78 m, das andermal 13053,72 m erhalten, was ebenfalls für die Vorzüglichkeit ihrer Arbeiten spricht.

Nun hätte man glauben sollen, könne an die Berechnung geschritten werden; dem war aber nicht so. Eschmann fand die bisherigen Arbeiten lücken- und mangelhaft und nahm sich deshalb vor, das ganze Netz von der Basis an bis an den österreichisch-italienischen Anschluss nochmals in Behandlung zu ziehen. Buchwalder trat aus. Eschmann verificirte neu die Signalstellung, zog bessere Verbindungen zu schicklichen Dreiecken, legte ein Verbindungsnetz über die Centralschweiz zwischen den Cantonen Bern, Graubünden und Wallis und mass sämmtliche Winkel neu. In den drei

Jahren 1835, 36, 37 hatte der Uermüdliche die Riesenarbeit bewältigt und zudem die nothwendigen astronomischen Bestimmungen für die Berechnung der geographischen Coordinaten gemacht.

Nun wartete ihm eine zweite Riesenarbeit, die Dreiecks-, Azimuth-, Coordinaten- und Höhenberechnungen von 387 Punkten I. und II. Ordnung, ein Werk, das er indess schon im Jahr 1840 im Druck herausgeben konnte und allen unter der Bezeichnung „Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz“ bekannt ist; ein zweiter Beweis ungewöhnlicher Arbeitskraft. Eschmann hatte seine eigenen Messungen mit denjenigen Buchwalders im Anschluss an die französischen und vorarlbergischen, Berchtold's im Wallis, Pestalozzi's im Waadtland und Trechsel's im Berner Oberland zu einem Guss verarbeitet und so die erste Grundlage zu einer rationellen Landesvermessung geschaffen. Die Verification an den ausländischen Anschlüssen stimmte zu vollständer Befriedigung. Da dieses Opus nicht nur der Kartenaufnahme dient, sondern auch mit dem Kataster in engster Beziehung steht, so mag es nicht überflüssig sein, über die Rechnungsweise und deren Voraussetzungen etwas mitzutheilen.

Für die Berechnung der Dreiecke wurde keine weitere Ausgleichung vorgenommen, als wie sie der Schluss der Dreiecke und des Horizonts verlangt, unter gleichmässiger Vertheilung der Fehlergrössen, wobei der sphärische Excess in Berücksichtigung gezogen wurde. Die Hauptdreiecke der I. und II. Ordnung wurden sphärisch nach der Additamentenmethode, d. h. mit Einführung der Reductionsgrösse $\frac{a}{6R^2}$

die übrigen nach dem Legendre'schen Satz berechnet. Den geographischen Coordinaten liegt die astronomische Bestimmung der Berner Sternwarte zu Grunde, die Längen östlich von Paris aus gezählt. Die halbe grosse Erdaxe entnahm Eschmann den Bestimmungen von Schmidt. $a = 3\,271\,773,00$ Toisen, die halbe kleine Axe $b = 3\,260\,940,03$ t, während Bessel $a = 3\,272\,077,5$ und $b = 3\,260\,139,9$ t angibt.

Bezeichnen e die Excentricität $= \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, H und H' die bekannte und zu suchende geographische Breite, P und P' die bekannte und zu suchende geographische Länge, Z und Z' das bekannte und zu suchende (rückwärtige) Azimuth, K die Entfernung, N den Krümmungshalbmesser $= \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 H}}$, $A = \left(\frac{1 + e^2 \cos^2 H}{N \sin 1''} \right)$, $F = \frac{1}{N \sin 1''}$; und $B = \frac{1 + e^2 \cos^2 H}{2 N^2 \sin 1''}$, einige Hülfsgrössen, so lauten die Formeln zur Ableitung der geographischen Coordinaten:

$$H' = H - AK \cos Z - BK^2 \sin^2 Z \operatorname{tg} H$$

$$P' = P - F \frac{K \sin Z}{\cos H'}$$

$$Z' = 180^\circ + Z - (P - P') \frac{\sin \frac{1}{2} (H + H')}{\cos \frac{1}{2} (H - H')}$$

Die numerischen Werthe der gegenseitigen astronomischen Azimuthe sind in den Ergebnissen auf 0,1 Secunden ausgesetzt, diejenigen der Coordinaten auf 0,01''. Es ist diese Genauigkeit nothwendig, wenn man bedenkt, dass 1'' im Meridian schon 30 m ausmacht, also 0,01'' immer noch 30 cm.

Da sich aber die geographischen Coordinaten für die Kartenaufnahme nicht eignen und ihre Berechnung zur Fixirung der Punkte III. und IV. Ranges viel zu zeitraubend und kostspielig wäre, so mussten aus denselben lineäre auf ein rechtwinkliges Axen-System bezogene Coordinaten abgeleitet werden. Die Schweiz hat von Ost nach West eine Ausdehnung von 350 km, und von Nord nach Süd eine solche von 222 km. Der Querkrümmungshalbmesser beträgt unter der Breite von $47^\circ N = 6\,388\,812$ m.

Zieht man nun vom Ostend nach dem Westend eine Sehne, so ist solche 39,4 m kürzer als der Bogen der Erdperipherie und der Pfeil von der Mitte der Sehne nach der Mitte des Bogens misst 2397 m. Die Sehne in der Nord-

Südrichtung ist 9,6 m kürzer als der Bogen und der Pfeil hat eine Höhe von 963 m. Aus diesen Zahlen ergibt sich unschwer, dass die Erdkrümmung schon eine Rolle spielt und die Schweiz in der Kartographie nicht so schlechtweg auf eine Tafel verzeichnet werden kann. Es muss hiezu schon eine Projection gewählt werden, welche für die Berechnung der Coordinaten massgebend ist.

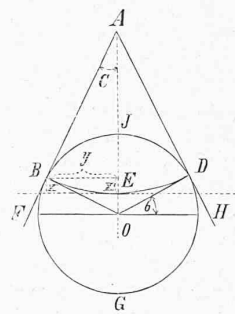
Es gibt eine grosse Zahl von Projectionsmethoden, die alle bestimmten Zwecken dienen. Für Landesvermessung können natürlich nur solche verwendet werden, welche die kleinstmögliche Verzerrung für sich haben; es sind dies aber auch diejenigen welche nur eine verhältnissmässig geringe Ausdehnung erlauben. Für grosse Länder wie Deutschland, Frankreich, Oesterreich ist alsdann eine Abtheilung in Bezirke mit je einem eigenen Coordinatenursprung vorzunehmen. Für die Schweiz genügt ein System, mit dem Coordinatenursprung Sternwarte Bern. Es sind mir drei in Europa angewendete Projectionen für Landesvermessungen bekannt:

1. Die Gauss'sche in Preussen officiell, hat den Vortheil, dass sie die Winkel getreu wiedergibt, wie sie gemessen wurden und heisst daher conform, dagegen werden bei ihr die Distanzen im Verhältniss der Entfernung vom Coordinatenursprung, zwar gleichmässig nach der Meridian- und Perpendikelrichtung verzerrt, so dass sich dabei das Massstabverhältniss ändert. Sie lässt die kleinste räumliche Ausdehnung zu.

2. Die Soldner'sche, als Grundlage der badischen Landesvermessung. Dieselbe gibt die Längen in der Richtung des Perpendikels richtig wieder, verzerrt dagegen mit zunehmender Entfernung vom Meridian die Distanzen in der Nord-Südrichtung und die Winkel. Die daraus entstehenden Fehler haben jedoch bis auf 100 km links und rechts des Hauptmeridians keinen wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit. Diese Methode gestattet schon eine grössere räumliche Ausdehnung als die vorgenannte und wird von Jordan derselben vorgezogen.

3. Die Bonne'sche Projection, die von Frankreich unter der Bezeichnung „Projection du dépôt de la guerre“ adoptirt ist und auch der schweizerischen Vermessung zu Grunde liegt. Sie verzerrt Seiten und Winkel, gibt jedoch den

Flächeninhalt in seinem wahren Werth, wie wir gleich sehen werden. Man stelle sich unter $F G H I$ einen grössten Kreis der Erdkugel vor, O sei dessen Mittelpunkt und $B E D$ der halbe Parallelkreis unter der Breite des Coordinatenursprungs E mit der Benennung Normalparallel. $B A D$ sei ein hohler Kegel, so an die Kugel geschoben, dass dessen Mantel die Kugel genau über dem Normalparallel tangirt. Denkt man sich diesen Berührungskegel aus Papier, den Parallelkreis durchgezeichnet, dann in



eine Ebene ausgebreitet, so wird die Länge des Parallelkreises genau übereinstimmen mit dem aus A auf dem Kegelmantel gezogenen Bogen des Radius $A B$ und es steht zugleich dieser Bogen in E senkrecht auf dem Normalmeridian des Coordinatenursprungs und es ist

$$AB = R_0 = N \operatorname{ctg} \varphi$$

worin N den Erdhalbmesser resp. den Querkrümmungshalbmesser des Erdsphäroids in der Breite φ bezeichnet. Der Radius des nämlichen Parallelkreises für die Kugel ist ausgedrückt durch den Werth $r = N \cos \varphi$.

Denkt man sich unter B einen Punkt im Normalparallel, der auf der Erdkugel um λ'' westlicher liege als der Coordinatenursprung, so ist die lineäre Länge des Parallelkreisbogens $EB = \lambda = N \cos \varphi \lambda'' \sin 1''$; auf dem ausgebreiteten Kegelmantel stellt sich diese Bogenlänge dar als $\lambda = R_0 C'' \sin 1''$, woraus sich die Secundenzahl des Winkels C ableitet

$$C'' = \frac{\lambda}{R_0 \sin 1''}.$$

Um nun die Coordinaten von B in Bezug auf E zu erhalten, hat man ganz einfach $y = R_0 \sin C$

$$x = R_0 - R_0 \cos C.$$

Liegt der Punkt auf einem andern als dem Normalparallel, so wird zur Bestimmung des zugehörigen Kegelbogenhalbmessers der Meridianbogen zwischen dem Normalparallel und dem Punkte, vom Normalradius abgezogen oder hinzugefügt, je nachdem der zu berechnende Punkt nördlich oder südlich vom Normalparallel liegt, also

$$R_1 = R_0 - b, \text{ wenn } B_1 \text{ nördlich und}$$

$$R_1 = R_0 + b, \text{ wenn } B \text{ südlich vom Coordinatensprung liegt.}$$

Da sowol die Längen als die Breiten in ihrer genauen Ausdehnung von der Kugel auf die Kegelfläche übertragen werden, so muss folglich auch der eingeschlossene Flächenraum identisch sein.

Um für die Seiten- und Winkelübertragung einigen Anhalt zu gewinnen, habe ich aus den Coordinaten der eidg. Triangulation 12 Seiten und Winkel berechnet und die erhaltenen Werthe mit denjenigen der Dreiecksberechnung verglichen. Diese Berechnungen bezogen sich auf den Horizont Belpberg nach den Signalen Röthfluh, Chasseral, Berra, Niesen, Hohgant und Napf, und auf die Dreiecke Calanda, Schwarzhorn, Cima di Flix und Rigi, Lägern, Hörnli. Die betreffenden Seitenlängen betragen 33—49 km, die gefundenen Abweichungen in cm ausgedrückt sind 72, 101, 103, 21, 35, 68, 322, 180, 146, 113, 162, 107, die Winkelunterschiede in Secunden (alte) 4,9, 6,1, 19,4, 0,8, 14,2, 6,5, 2,8, 17,7, 20,5, 8,0, 13,7, 5,85. Ein eigentliches Fehlergesetz konnte ich in diesen Differenzen nicht herausfinden, doch hat es mich einigermaßen befremdet, dass selbst um den so nahe am Coordinatensprung gelegenen Belpberg unverhältnissmässig grosse Differenzen auftreten. Ich fühle mich nicht berufen, darüber als Kritiker aufzutreten, doch ist nach meinem Dafürhalten nicht die Projection einzig schuld an dieser Erscheinung, vielmehr halte ich es für etwas gefährlich, die Ableitung der rechtwinkligen Coordinaten von den geographischen abhängig zu machen, da bei letzteren, wenn nicht auf die $\frac{1}{100}$ Secunde genau gerechnet wird, im Nu Längfehler von 1 m und Winkelfehler von einigen Secunden entstehen. Diese Fehler können um so leichter entstehen, als die Formeln zur Berechnung der geographischen Coordinaten auf Näherung beruhen, worin Glieder höherer Ordnung wegfallen, die für so grosse Distanzen immerhin von Einfluss werden können.

Als Ausgangspunkt für das schweizerische Höhennetz wählte Eschmann den Chasseral, dessen absolute Höhe er der „Nouvelle description géométrique de la France“ entnahm, welche dieselbe zu 1610,54 m und 1608,60 m, im Mittel 1609,57 m angibt. Eschmann widmete der Höhenaufnahme besondere Sorgfalt und wies im Besondern nach, mit welchen Schwierigkeiten die trigonometrische Methode verbunden sei. Ueber die Erscheinungen der Refraction hat er werthvolles Material geliefert und beispielsweise gezeigt, welchen grossen Einfluss der Sonnenstand auf die Strahlenbrechung ausübt. Seine Beobachtungen führen ihn zu dem Schlusse, dass nur solche Visuren auf Genauigkeit und Richtigkeit Anspruch machen können, die unter einem grossen Winkel gegen die Sonne genommen worden sind.

Nach diesen Erörterungen nehmen wir Abschied von einem Werke, das seinem Verfasser alle Ehre macht und ein bleibendes Denkmal seiner Verdienste um das Vaterland bildet. Eschmann blieb im Dienste der Topographie bis zum Jahr 1852, wo ein nervöses Fieber als Folge erlittener Strapazen seinem ruhelosen Leben ein Ende machte. Sein Andenken sei auch uns ein theures.

Auf dem Fundamente der Eschmann'schen Ergebnisse konnte nun die Herstellung der Landeskarte in Ausführung gebracht werden. Dies geschah denn auch in der Weise, dass überall da, wo schon brauchbares Material vorhanden war, solches revidirt und verwendet wurde, so namentlich die Karten von Huber, Altermatt, Buchwalder, Osterwald über die Cantone Basel, Solothurn, Berner Jura und Neuenburg. Im Canton Waadt wurden die unter Director Picard

entstandenen Katasterpläne reducirt, ebenso in Genf. Wo das Material fehlte, mussten Neuaufnahmen, denen die Vervollständigung der Triangulation voranzugehen hatte, gemacht werden und zwar in gemeinsamen Kosten der Eidgenossenschaft und der Cantone. Der Zeit nach kamen diese Cantonstriangulationen in folgender Reihenfolge zu Stande:

- 1) *Genf*, 1835—36 durch Jean Frédéric Osterwald;
- 2) *Waadt*, 1835—48 durch Hypolite de Saussure, William Fraisse und Oberst Burnier, welcher 1856 die Coordinaten auf den Meridian von Lausanne umrechnete;
- 3) *Freiburg*, 1836 durch den Sapeurhauptmann Niclaus Ludwig Friedrich Lüthardt;
- 4) *Thurgau*, 1830—38 von Sulzberger;
- 5) *Aargau*, 1837—43 von Ernst Heinrich Michaelis;
- 6) *Wallis*, 1839 und ff. durch Isaac Christian Wolfsberger und Adolphe Marie François Bétemps;
- 7) *Zürich*, 1843—51, von Eschmann und Johann Heinrich Denzler unter Oberleitung von Johannes Wild;
- 8) *St. Gallen* und *Appenzell*, 1845—46 von Johannes Eschmann;
- 9) *Graubünden*, 1843—55 von Adolphe Marie François Bétemps, Johann Heinrich Denzler und Jules Anselmier;
- 10) *Zug*, 1845—46 durch Jules Anselmier;
- 11) *Glarus*, 1848—50 von Ernst Rudolf Mohr;
- 12) *Tessin*, 1850—53 von Ad. M. François Bétemps;
- 13) *Luzern*, 1853—55 von Ernst Rudolf Mohr;
- 14) *Uri* und *Unterwalden*, 1857—58 durch Andreas Kündig;
- 15) *Bern-Oberland*, 1850—51 durch Rudolf Stengel und Jules Anselmier;

Bern-Hochebene, 1854—61 von Johann Heinrich Denzler, mit Vervollständigung für den Kataster in den Jahren 1862—67 mit Hülfe von Wilhelm Jacky, Franz Lindt und Otto Gelpke;

Bern-Jura, 1868—70 durch Franz Lindt mit Hülfe von Otto Gelpke;

- 16) *Solothurn*, 1866—73 durch Andreas Kündig und Johann Heinrich Denzler;
- 17) *Aargau*, 1868—74 neu durch Wilhelm Jacky;
- 18) *Baselstadt* und *Baselland*, 1870—73, begonnen durch Otto Gelpke, vollendet durch Ludwig Pfändler;
- 19) *Neuenburg*, 1871—73, begonnen durch Otto Gelpke und vollendet durch Ludwig Pfändler;
- 20) *Schaffhausen*, 1876—77, durch Ludwig Pfändler;
- 21) *Schwyz* und *Zug*, 1879—82, neu durch Otto Gelpke.

In Neutriangulirung sind gegenwärtig begriffen:

Freiburg durch Max Rosenmund;
Wallis durch Friedrich Haller;
Waadt durch Wilhelm Jacky;
Luzern durch Otto Gelpke;
Graubünden durch Rudolf Reber;
St. Gallen, Appenzell und Zürich durch Ludwig Pfändler.

Nebst den Neuaufnahmen für die Herausgabe des Siegfried-Atlases im $\frac{1}{25000}$ und $\frac{1}{50000}$ Massstab bilden namentlich auch die Katastervermessungen den Grund der Neubearbeitung. Auch da, wo keine eigentlich veralteten trigonometrischen Vermessungen vorhanden und die Berechnungen auf Centimeter ausgespitzt noch wohl erhalten waren, sind Neubearbeitungen desshalb nothwendig geworden, weil mangels hinlänglicher Versicherung 90% der Signale vom Erdboden verschwunden sind. Man kann noch von Glück reden, wenn einem die Kirchthürme intact bleiben. Es wird daher in neuerer Zeit vom eidg. Stabsbureau aus der Signalversicherung besondere Aufmerksamkeit geschenkt; es ist zwar eine etwas kostspielige Sache, doch was nützen all' die Folianten von Coordinatenverzeichnissen und all' das mühsam erworbene, mit dem Schweisse des Volkes erkaufte Material, wenn die Punkte selbst verloren gehen. Doch hat man solche Erfahrungen überall gemacht.

Mit dieser Betrachtung, an die sich freilich noch manche andere anknüpfen liesse, am Schlusse meines Thema's angelangt, darf nicht unterlassen werden, noch besonderer Arbeiten Erwähnung zu thun, die mit der Landestriangula-

tion auf's Engste in Verbindung stehen und in nächster Zeit abgeschlossen werden; ich meine die Operationen der eidg. geodätischen Commission. Für heute möchte ich nur so viel andeuten, dass dieselben in einem eidg. Präcisions-Nivellement und einem Gradmessungsnetz von 29 Hauptdreiecken über die ganze Schweiz bestehen. Drei gemessene Basislinien bei Aarberg, Weinfelden und Bellinzona, das ausserordentlich umfangreiche Material und eine pedantisch minutiöse Ausgleichungsrechnung sind dazu da, um Resultate zum Vorschein zu bringen, die an Schärfe nichts zu wünschen übrig lassen und auf die bisherigen Leistungen eine strenge Controle ausüben.

Um vorläufig eine Vergleichung aufzustellen, entnehme ich den „Ergebnissen“ die Seite

Chasseral-Röthfluh	38,128,67 m
nach der Gradmessung beträgt dieselbe	38 129,29 „
Differenz	0,62 m

Dieser Unterschied von etwas über einem halben m auf eine Länge von 38 km oder 8 Schweizerstunden zeigt, dass auch die Grundlagen der Landestriangulation keine schlechten waren. Die sich im Ausbau derselben erziehende Mangel- und Lückenhaftigkeit entstand hauptsächlich durch Unrichtige Combinirung und unterlassene oder gar falsche Versicherung. — Doch haben wir heute nicht darüber zu rechten und zu richten oder gar Denjenigen, die vor uns dagewesen sind Vorwürfe zu machen; nein, wir haben den bald ein Jahrhundert zählenden Vorgang als eine Schule aufzufassen, in der wir lernen sollen; eine Generation steigt auf den Schultern der andern empor und nur im Streben findet sich der richtige Massstab für das, was jede zur Ausführung brachte. Streben wir also danach, dem Fortschritt unserer Zeit gerecht zu werden.

Correspondenz.

Auf das in Nr. 5 Seite 30 dieser Zeitschrift abgedruckte Schreiben des Herrn Prof. Dr. Weyrauch gestatte ich mir, zu erwiedern, dass die daselbst gebrauchte Redewendung von der „Müller'schen Fassung“ des streitigen Satzes zu der Deutung Veranlassung geben könnte, als hätte ich mich gelegentlich der Führung des Nachweises der Unrichtigkeit dieses Satzes einer nicht genügend scharfen Wiedergabe desselben schuldig gemacht. Dass dies letztere nicht der Fall ist, lehrt ein Nachlesen des Weyrauch'schen Aufsatzes in der Zeitschrift für Baukunde, 1880. Auf die Bemerkung, die von mir vorgeführten Fachwerke gehören nicht zu den practisch annehmbaren Fällen, antworte ich, dass ich diese Systeme nur hingezeichnet habe, um auch dem Ungeübtesten zu zeigen, zu welcher unsinnigen Folgerungen ein Satz führen kann, von welchem Herr Weyrauch ausdrücklich behauptet hat, *er dürfte jede Unsicherheit ausschliessen*,*) und wie wenig daher ein solcher Satz geeignet ist, in streitigen Fällen die Grundlage für ein schiedsrichterliches Urtheil abzugeben.

Wenn Herr Weyrauch erklärt, *die Methode der Ausscheidung überzähliger Stäbe und Auflagerkräfte* (oder wenn man will, überzähliger Stäbe allein, da jede Auflagerkraft als Stabkraft definiert werden kann) *und der Vergleich der Anzahl der verbleibenden notwendigen Elemente mit der Zahl 2k* sei nicht für Jedermann geeignet, so gebe ich dies unumwunden zu; denn wer von der Fachwerkstheorie zu wenig versteht und zu geringe geometrische Kenntnisse besitzt, um den so *überaus einfachen* Begriff eines überzähligen Stabes fassen zu können, der wird schwierigeren Aufgaben stets rathlos gegenüberstehen; am wenigsten aber werden ihm unrichtige Sätze oder negative Kriterien über die Klippen helfen. In einfachen Fällen jedoch braucht man überhaupt keiner besonderen Gesetze; da werden die meisten Practiker zuerst versuchen, das Fachwerk eindeutig zu berechnen, (wie dies z. B. Herr Köchlin in No. 10 dieser Zeitschrift gethan hat), entweder mit Hilfe eines Kräfteplans oder mit Hilfe der Ritter'schen Methode u. s. w.

Am Schlusse seines Schreibens bemerkt Herr Weyrauch: „Das von Müller-Breslau der Determinantentheorie entnommene Kriterium dürfte für die meisten practischen Fälle zu umständlich sein.“ Genau

*) Noch in Herrn Weyrauch's „Theorie elastischer Körper“ Leipzig, 1884 wird der Satz als für *beliebige* ebene Stabsysteme gültig hingestellt.

dasselbe habe ich gesagt. — Auf eine weitere Polemik verzichte ich, da ja in der Hauptsache Herr Weyrauch zugibt, sich geirrt zu haben.

Hochachtungsvoll

Hannover, den 7. Februar 1885.

Heinr. Müller-Breslau.

Miscellanea.

Kältezuführung. Unter dieser etwas unwissenschaftlichen Bezeichnung beabsichtigt eine New-Yorker Actiengesellschaft, ähnlich wie dies mit der Zuleitung von Dampf bereits geschieht, von einer Centralanlage aus verdichtetes Ammoniak in Röhren nach einzelnen Bedarfsstellen (Brauereien, Schlachthäusern, Gasthöfen etc.) zu leiten, um dort durch Expansion kühlend zu wirken. Ob die Sache rentabel und bei dem hohen Druck, unter welchem die Rohrleitungen stehen müssen, ungefährlich sein wird, ist fraglich.

Die Errichtung von Anstalten für Hydrologie und Meteorologie in Preussen, womit nach dem Antrag von Thilenius eine Reorganisation des bisherigen preussischen meteorologischen Institutes verbunden wäre, hätte eine einmalige Ausgabe von 213 000 Fr., zu welcher noch regelmässige, jährliche Ausgaben von über 150 000 Fr. kämen, zur Folge. Vorläufig wird auf die Gewinnung einer wissenschaftlichen Kraft und die Creirung eines neuen Lehrstuhles für Meteorologie Bedacht genommen.

Deutscher Verein für Fabrication von Ziegeln, Thonwaaren, Kalk und Cement. Die Generalversammlung dieses Vereins findet in den Tagen vom 19. bis 21. Februar im Saale des Architektenvereins (Wilhelmstrasse 92/93) zu Berlin statt. Auf den 21. sind sämmtliche Berufsgenossen der keramischen Gewerbe, behufs Bildung einer Unfallversicherungsgesellschaft, in das erwähnte Local einberufen.

Electriche Strassenbahn. In London werden gegenwärtig auf einer Pferdebahnstrecke Probefahrten mit einem Accumulatorenwagen ausgeführt, bei welchem der Fehler der früheren, nämlich die zu grosse Schwere des Accumulators im Verhältniss zu dessen Leistung, glücklich beseitigt sei, indem die ganze Betriebseinrichtung sammt Accumulator nur noch 1750 kg wiege und 16 Pferdekkräfte (wie lang?) entwickeln könne.

Die Niederwaldbahn hat schon in dem ersten Betriebsjahr so bedeutende Einnahmen erzielt, dass trotz namhafter Abschreibungen und Einlagen in den Reservefonds 9 1/2% Dividende bezahlt werden können.

Megameter. Die französische Academie der Wissenschaften schlägt für die Bezeichnung einer Länge von 10 000 km oder dem vierten Theil des Erdmeridians den Ausdruck Megameter vor.

An der technischen Hochschule zu Hannover soll ein Lehrstuhl, speciell für deutsche Renaissance, errichtet werden.

Zu Mitgliedern der Academie der bildenden Künste in Berlin wurden die Architekten Paul Wallot und Franz Schwechten gewählt.

Preis ausschreiben.

Die Academie der Wissenschaften in Turin eröffnet unter den Gelehrten aller Länder eine Wettbewerbung, in welcher dem Verfasser des besten Werkes, welches ein Specialgebiet der gesammten Naturwissenschaften oder der Geschichte, Geographie und Statistik behandelt und in dem Zeitraum von 1883 bis 1886 erschienen ist, ein Preis von 12 000 Fr. zufällt. Dieser Preis kann auch Demjenigen ertheilt werden, welcher in dem erwähnten Zeitraum eine Erfindung von grosser Tragweite und Nützlichkeit gemacht hat. Als Preisrichter werden die Mitglieder der Turiner Academie fungiren, deren Aufgabe keine leichte sein wird; denn wer, und wenn er auch der gelehrteste Mensch der Welt wäre, wird mit Sicherheit und Gerechtigkeit bestimmen können, dieses Werk ist das beste, oder jene Erfindung die nützlichste.

Necrologie.

† **Gustav Stiebitz.** Am 29. Januar ist zu St. Anton am Arlberg der, wohl manchen unserer Leser, vom Bau der Gotthardbahn her, noch in freundlichem Andenken stehende College Gustav Stiebitz, im Alter von bloss 34 Jahren, gestorben. Ingenieur Stiebitz war als Bauführer im Arlberg-Tunnel beschäftigt und hat sich dort den Keim der Krankheit geholt, der er leider so bald erliegen musste.

Literatur.

Façoneisen und ihre Anwendung. Die Herren Kägi & Co. in Winterthur, Vertreter der Luxemburger Bergwerks- und Saarbrücker