

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 78 (1980)

Heft: 11

Artikel: Vor hundert Jahren : Basismessung in der Schweiz

Autor: Wunderlin, N.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-230190>

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>

sions à prendre. Chaque fois qu'une nouvelle décision, prise sur réclamation ou recours, a une incidence sur des décisions concernant d'autres intérêts, le droit de ceux-ci d'être entendus et de recourir à leur tour doit être respecté.

6. Le recours de droit public

On rappelle que le recours de droit public est une voie de recours exceptionnelle, pour violation de droits constitutionnels. C'est dire que le pouvoir d'examen du Tribunal fédéral est limité. Il s'agit de déterminer si une décision de dernière instance cantonale (dans le canton de Vaud la Commission centrale ou exceptionnellement le Conseil d'Etat) est arbitraire (dénier de justice quant au fond, art. 4 de la Constitution fédérale) ou implique un déni de justice formel (v. ci-dessus) ou viole la garantie de la propriété (art. 22ter Cst). On ne peut invoquer un recours de droit administratif que dans des cas plus

rares où les autorités cantonales auraient appliqué le droit fédéral (d'expropriation par exemple).

7. Les problèmes particuliers des remaniements parcellaires des terrains à bâtir

Ces remaniements posent des problèmes complexes, notamment dans les cas où il s'agit de remaniements consécutifs à l'adoption d'un plan de quartier, obligatoire en principe (art. 50 LCAT) mais que l'on évite le plus souvent, soit qu'il n'y ait qu'un seul propriétaire dans le périmètre, soit qu'il y ait entente entre les propriétaires. Les difficultés surgissent lorsque le parcellaire est très inégalement réparti et peut comporter des bâtiments de valeur très différente, certains propriétaires désirant construire (ou reconstruire) et d'autres pas.

En pareil cas, l'expérience montre qu'il vaut mieux procéder à une simulation de remaniement parcellaire avant l'adoption formelle du plan de quartier

pour savoir si ce remaniement est techniquement possible. Il est arrivé à quelques reprises que le remaniement ait abouti à une impasse si bien que l'autorité politique a dû modifier le plan de quartier.

Une simulation de ce genre sera aussi recommandée avant de se lancer dans une *péréquation réelle* liée à l'adoption d'une zone agricole (art. 25^{bis} LCAT). Un certain nombre de conditions devant être réunies pour que l'opération réussisse, il serait imprudent de ne pas procéder à ce contrôle préalable.

On rappelle enfin que la loi vaudoise de 1961 a été modifiée le 13 septembre 1976, la double estimation de l'art. 86 étant désormais limitée aux cas où la réglementation en matière de police des constructions est différente dans l'ancien et le nouvel état de propriété.

Adresse de l'auteur:
Alexandre Bonnard, avocat,
rue du Grand-Chêne 5,
CH-1003 Lausanne

Vor hundert Jahren: Basismessung in der Schweiz

N. Wunderlin

Der eher historisch als technisch orientierte Artikel beschreibt die vor hundert Jahren 1880/81 in der Schweiz für die Europäische Gradmessung unternommenen Messungen der drei Basen Aarberg, Weinfelden und Giubiasco, wobei auch die Vorgeschichte und die Nachfolgearbeiten kurz dargestellt werden.

L'article plutôt historique que technique décrit la mesure des trois bases géodésiques suisses d'Aarberg, de Weinfelden et de Giubiasco qui a été entreprise, il y a cent ans, pour la «Europäische Gradmessung». De plus sont données quelques informations sur ce qui précédait et qui suivait ce travail historique.

Geodätische Basismessungen hatten in der Schweiz zwar schon seit etwa 1700 mehrmals stattgefunden und fanden auch nach 1880 noch statt. Vor hundert Jahren aber wurden (die) schweizerischen Basen gemessen, und da sie – oder besser die auf ihnen beruhenden Koordinaten – zum Teil heute noch gültig sind, so mag es gerechtfertigt scheinen, einige Angaben zu diesem «historischen Ereignis» zusammenzustellen, besonders weil es in Wolfs 1879 gedruckter «Geschichte der Vermessungen in der Schweiz» [6] natürlich noch nicht erwähnt und die Darstellung in Zöllys «Geschichte der geodätischen Grundlagen für Karten und Vermessungen in der Schweiz» [7] wohl nicht jedermann zugänglich ist. Wesentliches ist aber zu finden in dem schönen Aufsatz von F. Kobold [3], zu dessen mehr technisch-wissenschaftlichen Angaben das Folgende als eher geschichtlich orientierte Ergänzung angesehen werden möge.

Ältere Basismessungen

Wie erwähnt wurden während des ganzen 18. Jahrhunderts mehrmals für lokale oder kantonale Triangulationen Basismessungen durchgeführt, meist von (privaten) Wissenschaftlern mit den verschiedensten Geräten, in der Westschweiz, im Bernbiet, bei Aarau, bei Zürich im Sihlfeld und über den gefrorenen See, im Rheintal bei Heerbrugg. Besonders zu erwähnen ist die Basismessung im Grossen Moos von «Walperschwyll» nach «Sugy» (Sugiez) mit der beachtlichen Länge von 40 188,543 Pariser Fuss = 13 053,93 m, gemessen 1797 (nach einer ersten Messung von 1791) mit eisernen Messstangen von 4 Toisen (1 Toise ca. 1,95 m) unter den Berner Professoren Hassler und Tralles. Zusammen mit Winkelmessungen von Hassler wurden aus ihr Koordinaten von etwa 50 Punkten im Mittelland bestimmt, und sie diente später auch Tralles' Schüler und Nachfolger Trechsel bei seiner Berner Triangulation

(zwischen 1810 und 1820). Eine noch grössere Bedeutung erhielt sie aber dadurch, dass 1832 eine, jetzt eidgenössische, Kommission beschloss, eine trigonometrische Grundlagenvermessung an die Hand zu nehmen und dabei auch diese Basis (neben einer zweiten bei Zürich im Sihlfeld) neu zu messen. Unter dem 1832 neu gewählten Oberstquartiermeister Dufour wurden denn auch diese Arbeiten durch Eschmann tatkräftig gefördert und im Herbst 1834 die alte Hassler/Trallesche Basis mit 5,8 m langen Eisenröhren und Messkeilen, hergestellt von Oeri, Zürich, neu gemessen. Es ergab sich eine Länge von 13 053,74 m (reduziert auf Meereshöhe), und dieser Wert diente später zur Berechnung der Eschmannschen «Triangulation primordiale de la Suisse», die als Grundlage für alle der Dufour-Karte zu Grunde liegenden Triangulationen diente (Abb. 1).

Vorgeschichte

Als 1861 die Schweizerische Geodäti-

sche Kommission mit Ing. Denzler, Bern, General Dufour, Genf, Prof. Hirsch, Neuenburg, Prof. Ritter, Genf (nach seinem Tode schon 1862 ersetzt durch Prof. Plantamour, Genf) und Prof. Wolf, Zürich, durch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ernannt wurde mit dem Auftrag, die Teilnahme der Schweiz an der «Mittleuropäischen Gradmessung» zu gewährleisten, sprach niemand von der Neumessung alter oder der Anlage neuer Basen. Im Gegenteil: Ritter hatte in seinem Gutachten über die Eschmannsche Triangulation ausdrücklich keine Möglichkeit gesehen, durch Neumessung der Aarberger Basis eine bessere Übereinstimmung der Anschlussseiten mit den Nachbarstaaten (Piemont im heutigen Savoyen, Frankreich, Baden, Württemberg, Bayern, Österreich, Lombardei im Tessin) zu erreichen und eher die Vergleichung der Etalons der Staaten vorgeschlagen. Auch General Baeyer selbst, der Initiator der «Gradmessung», hatte Prof. Wolf 1861 geschrieben:

«...In der Triangulation der Schweiz, die 1840 von Eschmann herausgegeben worden ist, wären zunächst, indem man von der sichersten Grundlinie ausgeht, die Differenzen der Anschlussseiten an die Nachbarstaaten zu ermitteln, diese Differenzen zu halbieren (die andere Hälfte der Fehler müssen die Nachbarstaaten übernehmen),

und dann das ganze Netz der Hauptdreiecke nach der Methode der kleinsten Quadrate durch Winkelverbesserungen so auszugleichen, dass die übernommenen halben Differenzen verschwinden...»

So beschloss denn die Kommission zuerst nur, einige Winkelmessungen vorzunehmen: Anschlussmessungen an die Nachbarstaaten, Kontroll- und Ergänzungsmessungen und hauptsächlich einen neuen Alpenübergang für den Anschluss an die Seite Gridone-Menone der Lombardischen Triangulation.

Daraus entstand dann allerdings im Laufe der nächsten 15 Jahre – unter vielen Schwierigkeiten, Verzögerungen, Enttäuschungen, aber auch Versäumnissen, falschen Massnahmen, ja Fehlern – eine eigentliche Neutriangulierung, flächenmässig nur einen Teil der «Triangulation primordiale» Eschmanns umfassend, aber besser auf die «Europäische Gradmessung» abgestimmt: das «Netz der SGK», das im folgenden Gradmessungsnetz genannt werden soll (Abb. 2).

Während dieser ganzen Zeit ist in den Procès-verbaux der SGK kein Wort zu finden zum Thema Basismessung mit Ausnahme des folgenden Satzes (7^{ème} séance, 10. Mai 1868, Hirsch in seinem Bericht über die Sitzungen der Commis-

sion Permanente der «Gradmessung», deren Sekretär er war):

«...Sur ma proposition la conférence a déclaré de faire construire par le bureau central pour l'usage commun de tous les Etats associés un appareil de base, de sorte que si le résultat définitif de notre triangulation montrait la nécessité de remesurer notre base, nous pourrions réclamer l'usage de l'appareil de l'Association...»

Je mehr denn unter der tatkräftigen Unterstützung von Oberst Siegfried, der nach dem Rücktritt von General Dufour 1873 als Kommissionsmitglied gewählt worden war, und seinem Topographischen Bureau die Winkelmessungen sich ihrem endlichen Abschluss näherten und man in der Kommission anfing, sich Gedanken über ihre Auswertung zu machen, desto häufiger und intensiver wurde über das Thema «Basis» diskutiert:

1876 Soll das (alte Eschmannsche) Basisvergrößerungsnetz Aarberg in die in Angriff zu nehmende Netzausgleichung der Gradmessungstriangulation eingeschlossen werden? Dies wird als unzweckmässig abgelehnt. In der Diskussion darüber ist unter anderem auch folgendes zu vernehmen: (Siegfried) «...estime donc qu'on doit compenser notre réseau en prenant pour base provisoire le côté Chasseral-Rötifluh...», und (Hirsch) «...ajoute que dans le cas

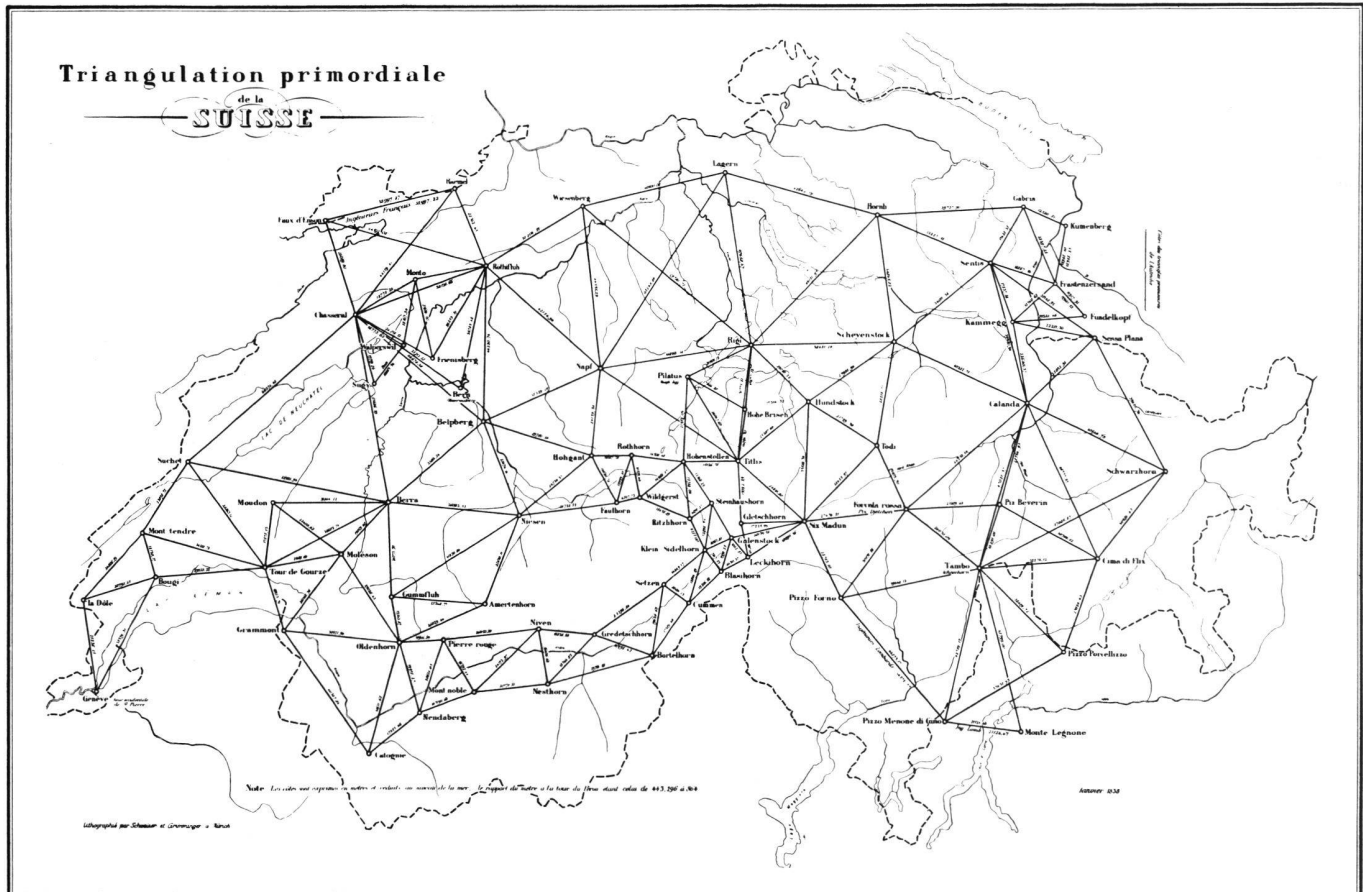


Abb. 1 (aus: Zölly, Geschichte der geodätischen Grundlagen... [7])

où le résultat des calculs montrerait la nécessité de *remesurer notre base,...*

1878 (Beschlüsse der SGK betr. Triangulation): (...La jonction de la base (Walperswil-Sugiez) au réseau est renvoyé à l'année prochaine...)

1879 Wohl nicht zum geringsten Teil durch den Einfluss des klugen und erfahrenen Ingenieurs Koppe, des ersten «Kommissionsingenieurs», der von der SGK für die Ausgleichung der Beobachtungen hatte gewonnen werden können, änderte sich die Meinung in der Kommission, und im Procès-verbal dieses Jahres sind die folgenden Sätze zu finden:

«...et enfin il faudra voir ce qu'il y a à préparer dès à présent pour la mesure d'une ou de plusieurs bases. Quant à cette dernière question, après s'être convaincu qu'il ne serait pas possible d'obtenir pour l'année prochaine l'usage du nouvel appareil que M. le général Baeyer a fait construire par MM. Brunner Frères à Paris et dont on aura besoin d'abord en Allemagne pour plusieurs années, M. Hirsch s'est adressé à son collègue, M. le général Ibanez, qui mesurera cette année les deux dernières bases de son grand réseau, pour savoir si la Commission suisse pouvait compter pour l'année prochaine pouvoir se servir du célèbre appareil microscopique espagnol. M. Hirsch est heureux d'apprendre à la Commission qu'il a trouvé auprès de M. le général Ibanez le

meilleur accueil pour sa demande et qu'il a réservé à une entente verbale en automne de fixer les conditions auxquelles l'Espagne nous prêterait son appareil pour mesurer nos bases l'année prochaine...»

«...M. Siegfried déclare qu'il est d'accord avec M. Koppe sur la grande utilité qu'il y aurait non seulement à remesurer notre base centrale d'Aarberg, ce qu'il faut faire en tout cas et le plus tôt possible, mais en outre au moins deux bases de contrôle aux extrémités de notre réseau. Maintenant que la grande précision qu'on atteint dans ces opérations a fait revenir des longues bases d'autrefois et permet de se contenter de bases de quelques kilomètres de longueur, il est infiniment préférable de ne remesurer qu'une section centrale de 4 à 5 km de l'ancienne base d'Aarberg, et d'en mesurer deux autres de 3 à 4 km, l'une à l'Est entre Altstätten et le Rhin, ou bien aussi dans la vallée de la Thur, où l'on trouvera facilement un terrain approprié, et l'autre dans le Tessin, peut-être entre Giubiasco et Maghadrino. Pour qu'on puisse exécuter ces mesures l'année prochaine, ce qu'il envisage comme nécessaire et ce qui serait possible, du moment que l'Espagne veut bien mettre son appareil à notre disposition, il serait prêt à faire faire cette année encore les reconnaissances nécessaires...»

«...Après cette discussion, la Commission prie M. Siegfried de faire faire, cet été, avec le concours de M. Koppe, les reconnaissances nécessaires sur les terrains appro-

priés dans les régions indiquées, et elle demande à M. le Président de faire en temps utile les démarches qu'il jugera convenables pour introduire auprès des autorités la demande des crédits nécessaires pour la mesure des bases...»

Am 26. November wurde dieses Kreditgesuch (Fr. 10 000.- neben den Fr. 15 000.- des «ordentlichen» SGK-Kredites) dem Bundesrat eingereicht. Darin steht u. a. folgendes:

«...Mais pour remplir le programme des travaux que la Suisse s'est engagée à exécuter pour l'œuvre internationale de la mesure des degrés en Europe, il nous incombe encore d'accomplir la tâche importante de remesurer notre base. En effet, depuis la mesure de la base d'Aarberg, sur laquelle repose jusqu'à présent la topographie suisse, les méthodes, les instruments et le degré d'exactitude des opérations de ce genre ont tellement changé, qu'il n'est pas possible de joindre notre réseau suisse à l'œuvre internationale en l'appuyant sur notre ancienne base. Il ne suffit plus aujourd'hui de mesurer les bases à un décimètre près, on peut réduire leur incertitude à quelques millimètres; il s'ensuit qu'il n'est plus nécessaire, comme autrefois, de mesurer des bases de 10 à 15 km de longueur, on se contente d'une longueur de 2 à 3 km, ou tout au plus de 4 km, et on préfère ajouter à la base centrale la mesure d'une ou de plusieurs bases de contrôle situées aux confins du réseau de triangles.

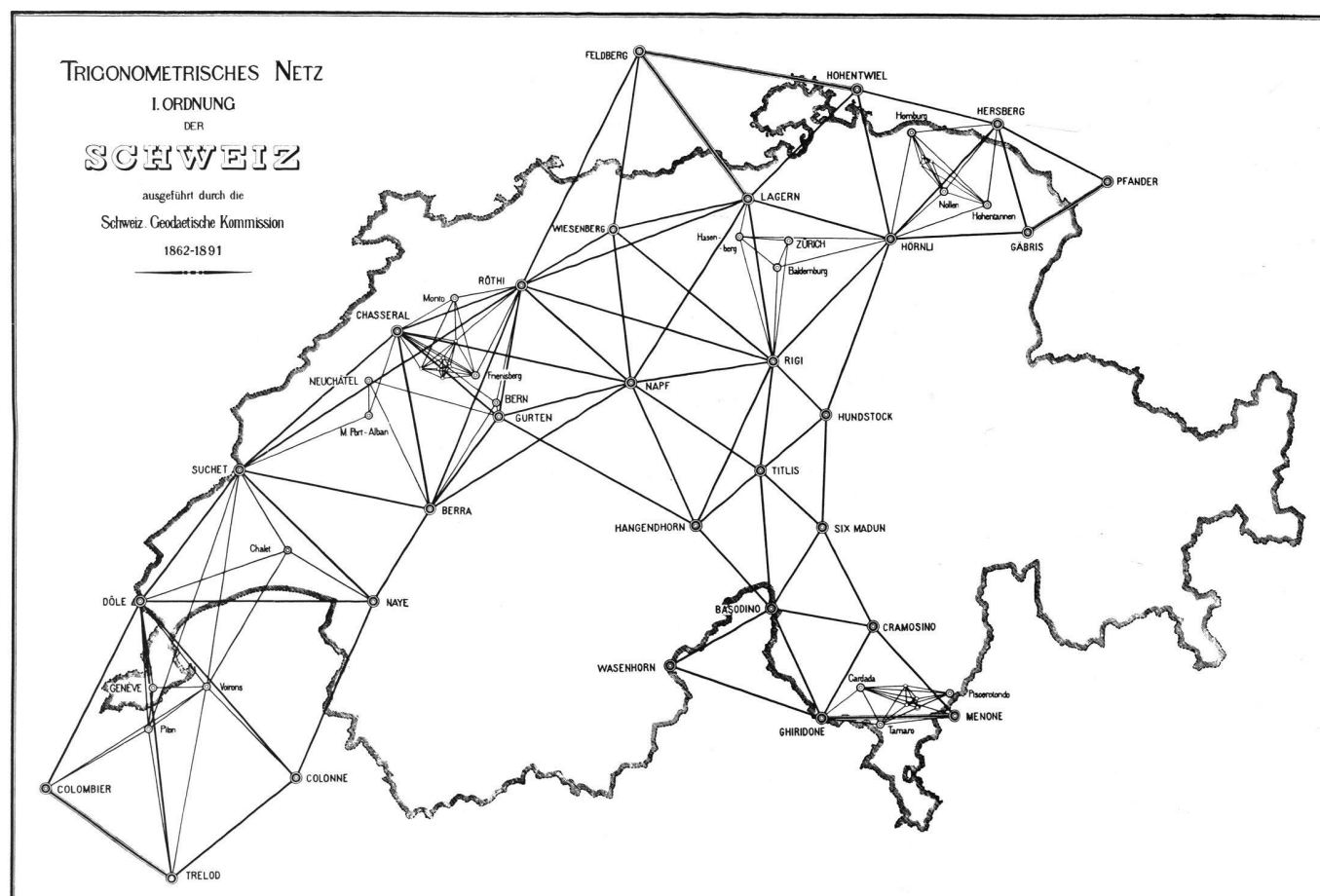
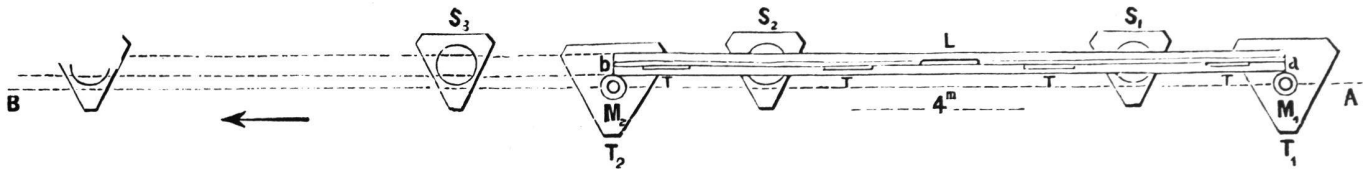
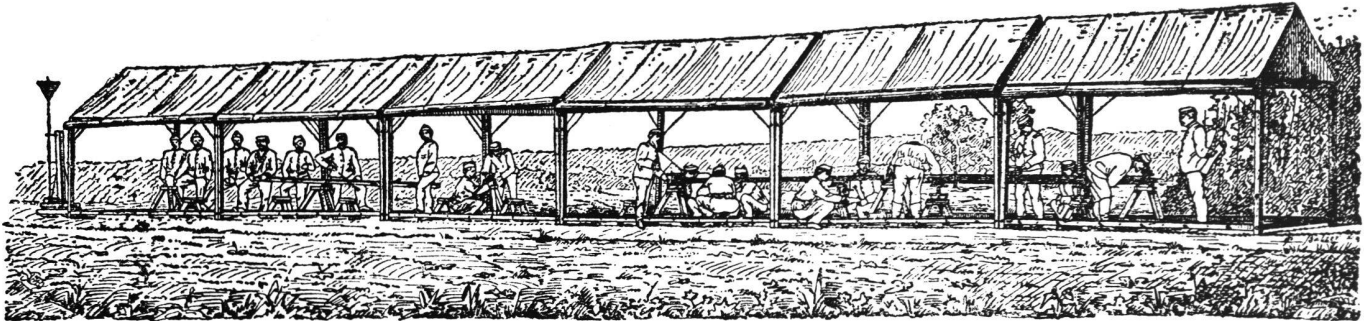


Abb. 2 (aus: Zölly, Geschichte der geodätischen Grundlagen... [7])



Darstellung des Grundgedankens der Messung (Maßstab $a:b = 1$ Meter).



Basismessung bei Aarberg in der Schweiz,
ausgeführt im August 1880 mit dem vereinfachten spanischen Basisapparat.
Darstellung des Messungsverfahrens.

Abb. 3 (aus: Jordan, Handbuch der Vermessungskunde [2])

D'un autre côté, les appareils et instruments qui servent à ces opérations importantes, étant perfectionnés à un haut point, sont devenus aussi beaucoup plus coûteux, de sorte que leur acquisition, dans le but de la mesure d'une ou de quelques bases, exige d'un petit pays de lourds sacrifices. Pour cette raison, notre représentant dans l'Association géodésique internationale avait proposé, il y a quelques années, l'acquisition à frais communs d'un appareil perfectionné qui aurait servi à tous les pays intéressés; bien que cette proposition ait été acceptée, son but a été compromis par le fait que le gouvernement prussien a insisté pour le faire construire à ses frais, tout en promettant de le mettre plus tard à la disposition des autres pays. Comme cet appareil, qui a été terminé seulement en 1878, doit servir d'abord pendant plusieurs années aux mesures des bases allemandes, nous aurions dû attendre trop longtemps avant de pouvoir l'employer. Notre Commission géodésique s'est donc adressée à M. le général Ibanez, directeur de l'Institut géographique d'Espagne, qui possède depuis longtemps un des appareils les plus parfaits, avec lequel il a exécuté en Espagne la mesure de nombreuses bases, considérées comme modèles, pour lui demander de nous prêter son appareil, dont il n'a plus besoin en Espagne. Notre demande a été accueillie de la manière la plus gracieuse, le général Ibanez nous ayant fait espérer que non seulement l'appareil espagnol serait mis à notre disposition pour l'année prochaine, mais qu'il viendrait lui-même participer à la première opération pour nous familiariser avec son usage...

1880 Oberst Siegfried hatte nicht mehr an der Rekognoszierung der neuen Basen teilnehmen können. Er starb, erst 60jährig, 1879 und wurde in der Geodätischen Kommission ersetzt durch sei-

nen Amtsnachfolger im Topographischen Bureau, Oberst Dumur. Dieser teilte sich mit Hirsch und Plantamour mit grosser Tatkraft in die Leitung der nun einsetzenden und dann in heute fast unwahrscheinlich anmutendem Tempo ablaufenden Arbeiten. An der Kommissionssitzung vom 15. Mai konnte nämlich Prof. Hirsch mitteilen, dass General Ibanez nach Verhandlungen zwischen der Schweiz und Spanien demnächst selbst in unser Land kommen werde, um das Nötige für die zuerst von einer spanischen Equipe, dann mit deren Material von schweizerischem Personal durchzuführenden Messungen zu besprechen.

Die Messung der drei Basen 1880 und 1881

Auf die technische Seite der Basismessungen möge in diesem mehr historischen Bericht nicht näher eingetreten werden. Man findet dazu in Band 3 der Publikationsreihe der Schweizerischen Geodätischen Kommission «Das schweizerische Dreiecksnetz» jede nur denkbare Information von der Beschreibung des Ibanezschen Apparates mit über 50 Zeichnungen jedes Einzelstückes über die Darstellung des Messvorganges samt den zugehörigen Kommandos und der Numerierung der «Chargen» und den Bewegungsabläufen ihrer Funktionen bis zu den wohlklingenden Namen der spanischen Offiziere und Soldaten, ja bis zu ihrer minuten genauen Ankunftszeit – 08.29 Uhr am 17. August 1880 – in Aarberg. Um aber doch eine gewisse Vorstellung der Messungen zu geben, seien drei Illu-

strationen aus Jordan, «Handbuch der Vermessungskunde», Band III, 1896 [2] hier wiedergegeben: Abb. 3, 4.

Ferner sei nochmals auf den Artikel von F. Kobold [3] mit seiner anschaulichen Beschreibung des Apparates und des Messvorganges und mit seinen Bildern hingewiesen.

Als Beispiel der soliden Versicherungen der Basisendpunkte, die übrigens vom Bundesamt für Landestopographie bis heute sorgfältig unterhalten wurden, ist in Abb. 5, 6 aus Band III des «Dreiecksnetzes» diejenige der Basis von Giubiasco reproduziert samt dem Situationskärtchen (mit einer damals noch wesentlich andern «Situation» als heute!).

An einer ausserordentlichen Sitzung der SGK, am 4. September 1880, konnte dann Prof. Hirsch über die eben beendete Messung der Basis bei Aarberg referieren: am 22., 23. und 24. August hatte die spanische «brigade» – total 24 Mann mit 28 schweizerischen Gehilfen und 7 Gendarmen – die erste Messung und vom 25. bis 27. unter Dabeisein der schweizerischen Mannschaft – 4 Hauptleute, 4 Leutnants, 5 Korporale und 5 Gefreite – die Rückmessung durchgeführt. Am 28. begann die schweizerische Messung und wurde am 1. September beendigt, «...après une interruption le 29, jour de dimanche où nos officiers ont conduit leurs hôtes étrangers à Macolin...» Die an Ort und Stelle durch ein Rechnungsbureau sofort durchgeführten Berechnungen der Reduktionen und Additionen erlaubten Prof. Hirsch, schon an dieser Sitzung ein provisorisches Resultat bekanntzugeben: 2400,0852 m \pm 0,0008 m.

Am folgenden Tag richtete dann Prof. Hirsch als Sekretär der Kommission in deren Auftrag das folgende hochgestimmte Schreiben an Bundesrat Schenk:

«Hochgeehrter Herr Bundesrath!

Nachdem die Basismessung in Aarberg auf das Befriedigendste beendet war, hat die geodätische Kommission, mit Zustimmung ihres durch eine Kur verhinderten Präsidenten, sich gestern in Neuenburg versammelt, um das Resultat der Operation formell zu konstatieren, Ihrem Departement (des Innern) einen vorläufigen Bericht mit vorläufiger Rechnungs-Ablage zu erstatten und über mehrere wichtige die Sache betreffende Fragen Beschluss zu fassen. Im Namen und Auftrage der Kommission habe ich die Ehre, diese Mittheilungen und Anträge Ihnen, hochgeehrter Herr Bundesrath, zu übermitteln.

Die Aarberger Basis-Messung ist in jeder Weise als im höchsten Grade gelungen zu bezeichnen; die erlangte Genauigkeit ist geradezu staunenerregend, da es, wie Sie aus der beiliegenden Zusammenstellung der Messungen ersehen werden, gelungen ist, die 2400 m lange Linie mit einer Unsicherheit von noch nicht 1 Millimeter zu messen, und zwar dreimal in der unglaublich kurzen Zeit von zehn Tagen.

Andererseits war das Verhältnis zwischen den spanischen und schweizerischen Offizieren während der ganzen Zeit das erfreulichste und kordialste; nicht die leiseste Störung oder Reibung ist vorgekommen; die von unserem Kollegen Herrn Oberst Dumur ausgewählten Offiziere und Unteroffiziere, worunter vier der spanischen Sprache mächtig waren, haben sich in jeder Weise auf das Trefflichste bewährt und unserer Miliz-Armee in den Augen der fremden Offiziere Ehre gemacht. Auch die Bevölkerung von Aarberg hat sich freundlich und zuvorkommend benommen.

Über alles Lob erhaben war das Verhalten unserer spanischen Gäste und namentlich ihres Chefs, des Generals Ibanez, der seine unglaubliche Zuvorkommenheit unter anderm so weit getrieben hat, dass er noch während unserer Operation per Telegraph und Eilfracht ein Feld-Observatorium von Madrid hat kommen lassen, um unseren Ingenieuren die nun bevorstehenden Win-

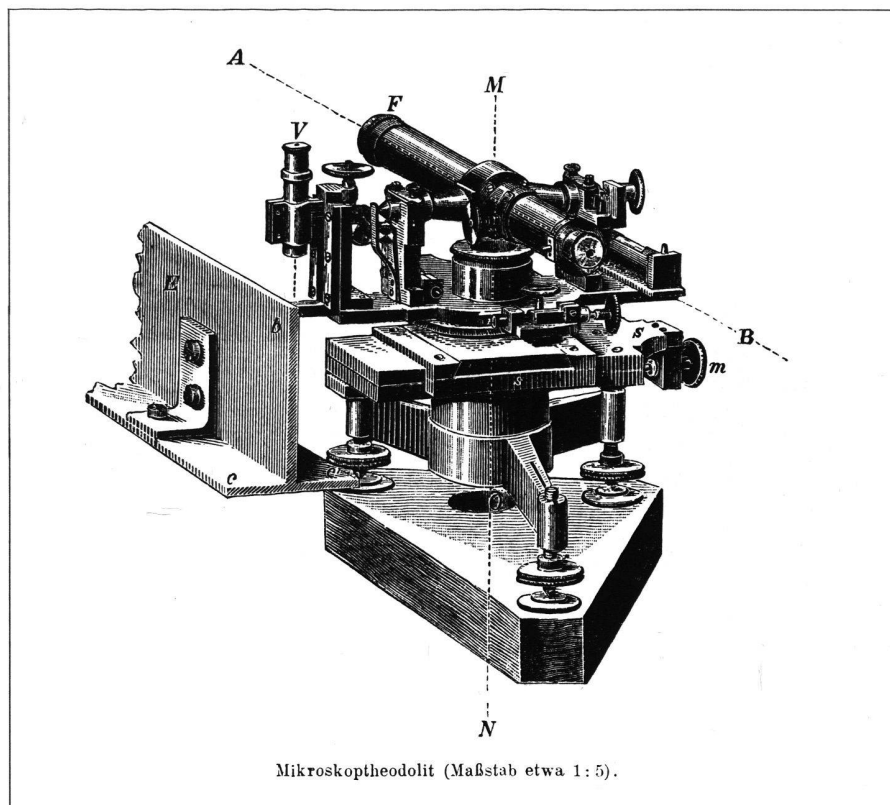
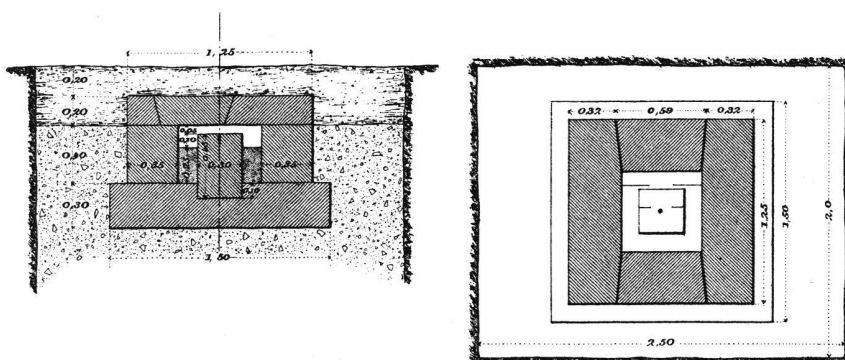


Abb. 4 (aus: Jordan, Handbuch der Vermessungskunde [2])

Terme oriental .



Terme occidental .

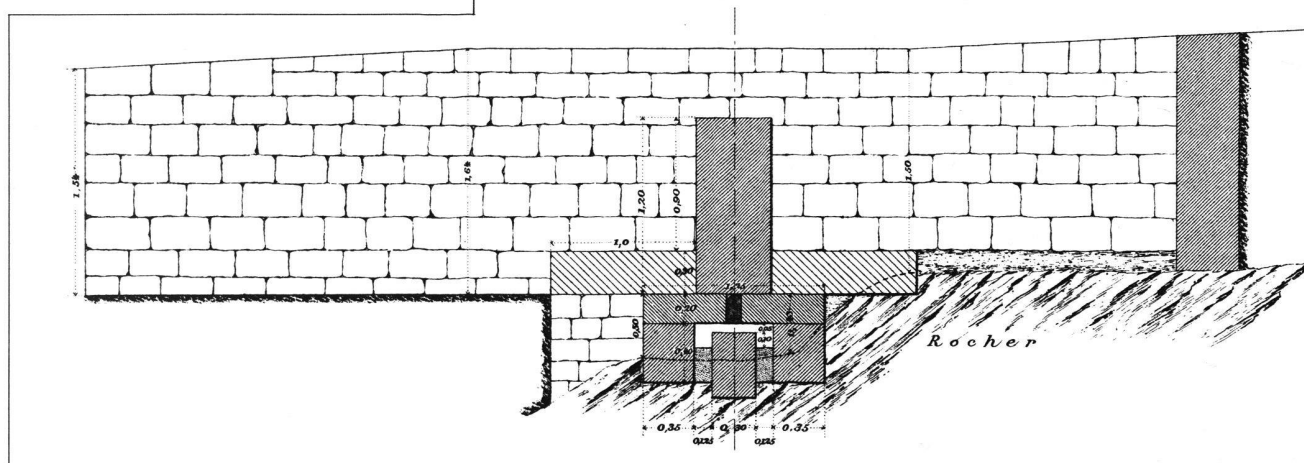


Abb. 5 (aus: SGK, Das schweizerische Dreiecksnetz, Band 3 [5])

kelmessungen, für welche er uns bereits einen prachtvollen Theodolithen mitgebracht hatte, zu erleichtern.
Die Kommission hat geglaubt, dass wir nicht zögern dürften, dem Herrn General den in so hohem Grade verdienten Dank auszusprechen, dass derselbe aber in den Augen des fremden Offiziers einen bedeutend höhern Werth erhalten würde, wenn derselbe vom Hohen Bundesrathe übermittlelt würde. Wir erlauben uns daher die Bitte auszusprechen, dem Herrn General Ibanez, der bis zum 9. September in der Schweiz (Interlaken, Jungfraublick) verweilt, ein offizielles Dankschreiben übermitteln zu wollen...»

Es folgt eine kleine vorläufige Abrechnung über die Kosten und das unvermeidliche Gesuch um einen weiteren ausserordentlichen Kredit von Fr. 20 000.– für die beiden noch vorgesehenen Basismessungen 1881.
In einer dritten Sitzung des Jahres 1880, am 21. November, konnte Hirsch dann das Schreiben des Bundesrates an General Ibanez verlesen:

«...Monsieur le général,
La Commission géodésique fédérale nous a donné connaissance de la clôture des travaux relatifs à la mesure de la base d'Aarberg, ainsi que des résultats remarquables qui ont été obtenus; en même temps, elle n'a pas manqué de faire ressortir, avec la plus vive gratitude, les mérites signalés que vous avez eus personnellement dans cette opération.
Nous croyons remplir un devoir, Monsieur le général, en vous exprimant aussi, de notre côté, les mêmes sentiments. Vous avez, par votre précieuse coopération, bien mérité de la géodésie de notre pays, qui en conservera un souvenir éternel. Aussi remplissons-nous une agréable tâche en vous présentant ici l'expression de notre vive reconnaissance...»

Ausserdem musste an dieser Sitzung von der Kommission eine weitere Eingabe an den Bundesrat beschlossen werden mit ausführlicher und dringender Begründung des Kreditgesuches, gegen das in den Räten Widerstand erwachsen war. Auch war davon Kenntnis zu nehmen, dass für die beiden im nächsten Jahr zu messenden Basen zwar die Rekognoszierung von Basis und Vergrösserungsnetz von Giubiasco abgeschlossen, für diejenige im Osten des Landes aber noch alles offen war, und die entsprechenden Aufträge zu erteilen.

An der Sitzung vom 7. Mai 1881 konnte dann aber Oberst Dumur die vom Topographischen Bureau ausgearbeiteten detaillierten Pläne für die beiden Basen bei Giubiasco und Weinfelden samt ihren Übertragungsnetzen auf die Seiten Gridone-Menone und Hörnli-Hersberg des Gradmessungsnetzes unterbreiten. Diese Vorschläge wurden genehmigt, und es wurde Oberst Dumur mit der Leitung dieser nun rein schweizerischen Basismessungen beauftragt. Ferner fasste man, offenbar weil aus den Aarberger Messungen ein gewisser Verdacht auf systematische Fehler wegen schlecht erfasster Temperatureinflüsse aufgekommen war, den Beschluss: «Il est décidé en principe que les doubles mesures des bases doivent avoir lieu de façon que, autant que possible, chaque section soit mesurée une fois avec la température montante, l'autre fois avec la température descendante.»

Unter der Leitung von Dumur und Hirsch wurde dann vom 1. bis 8. Juli 1881 die Basis auf der Strasse zwischen

Weinfelden und Märstetten zweimal gemessen durch eine Messequipe von 18 Mann, einem Rechenbureau (5 Mann), einem Mechaniker der Firma Kern, Aarau, unterstützt von einem Detachement von 41 Mann des Geniebataillons 6. Infolge der Temperaturunterschiede bei den Morgen- und Abendmessungen ergaben sich bei allen sechs Sektionen der 2540 m langen Basis trotz der angebrachten Temperaturkorrekturen beträchtliche Unterschiede zwischen der Hin- und Rückmessung, was den Verdacht bestätigte, die verwendeten, von Ibanez übernommenen Konstanten der «Gleichung» der Messstäbe seien nicht mehr gültig.

Vom 9. bis 12. Juli wurde das Material per Wagen über den San Bernardino nach Bellinzona transportiert, und vom 15. bis zum 23. Juli wurde die Basis von 3200 m Länge auf der Strasse zwischen Giubiasco und Cadenazzo unter der Leitung von Dumur und Plantamour und wieder, wie bei Weinfelden, unter den Augen einiger illustrierter Gäste aus der Schweiz, aus Frankreich, aus Italien zweimal gemessen. Es geschah dies durch die gleiche Equipe wie bei Weinfelden, unterstützt von einem 40 Mann starken Detachement des Tessiner Geniebataillons 8, und 10 Polizisten für die Verkehrsregelung. Ein Abschnitt aus «Le Réseau de la Triangulation Suisse, Vol. III, La Mensuration des Bases» möge diese Arbeit etwas illustrieren:

«La route d'environ 8,50 m de largeur ne put être interdite à la circulation publique pendant la mensuration, à défaut de chemins praticables aux voitures entre le Tessin et les pentes abruptes de la montagne. La chaussée en était en bon état, quoique recouverte d'une épaisse couche de poussière; celle-ci, soulevée par le vent ou par les voitures de passage, rendit les opérations assez pénibles, malgré qu'on eût pris soin de la faire enlever, autant que possible, avant la mensuration et qu'on renouvelât cette précaution pour chaque section, immédiatement avant d'en entreprendre la mesure. La chaleur vraiment excessive et qui dépassa 34° à l'ombre des tentes, aggrava encore cet inconvénient, de telle façon que quelques-uns des opérateurs se trouvèrent parfois indisposés et durent être momentanément remplacés par leur camarades. Toutes les opérations ont d'ailleurs été exécutées par le beau temps.»

Am 26. Juli wurde das Material «après l'avoir soigneusement nettoyé et visité» zurück über den San Bernardino nach Chur und von dort per Bahn nach Paris transportiert, wo es «après différentes difficultés avec la douane française et l'octroi de Paris» am 6. August anlangte und den Vertretern Spaniens zurückgegeben wurde.

Situation.

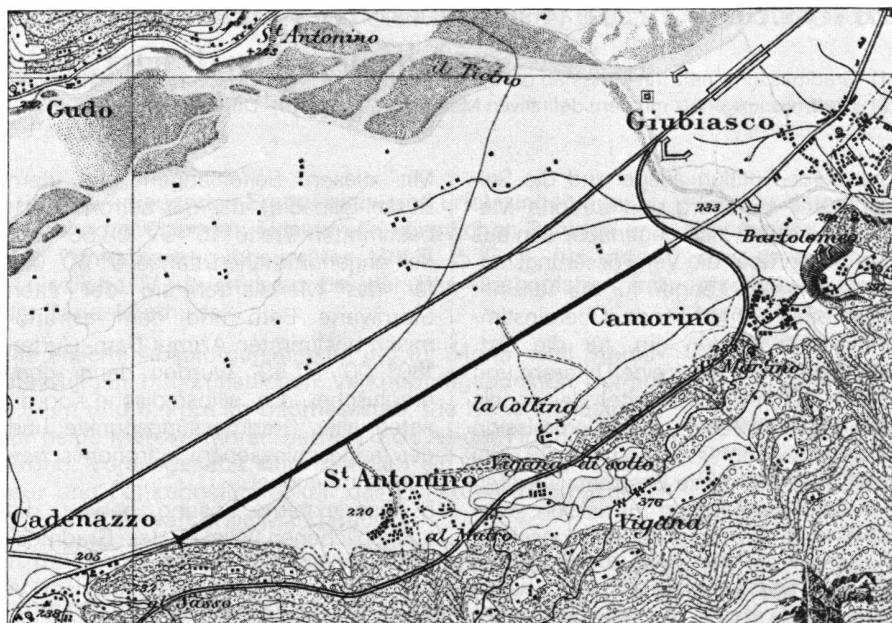


Abb. 6 (aus: SGK, Das schweizerische Dreiecksnetz, Band 3 [5])

Was nachher geschah

Die drei Basen waren nun gemessen. Die Kommission nahm an ihrer Sitzung vom 14. Mai 1882 in hochgemuter Stimmung Kenntnis vom Bericht, den Oberst Dumur über die Arbeiten von 1881 vorlegte. Aber schon in diesem Bericht zeigten sich die neuen Probleme, die nun hintereinander auftauchten: 1. Die von Ibanez bestimmte und bis 1879 bei seinen Basismessungen benutzte «Gleichung» für seine Messstange lautete (gerundet):

$$3999,7 \text{ mm} + 0,043 \text{ mm} \cdot T^{\circ}$$

Die Messungen in der Schweiz, besonders die des Jahres 1881, zeigten aber aus den Differenzen der bei verschiedenen Temperaturen hin und zurück gemessenen Teilstücke deutlich, dass der Ausdehnungskoeffizient zu klein war. Dumur und nach ihm Plantamour (aus einer Ausgleichung nach kleinsten Quadraten) bestimmten als wahrscheinlichste Korrektur am Ibanezschen Wert $+0,0033 \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$, was also einen Ausdehnungskoeffizient (pro $^{\circ}\text{C}$ und pro Messstangenlänge von 4 m) von etwa $+0,0465 \text{ mm}$ ergab. Es wurde natürlich sofort Kontakt aufgenommen mit «Spanien», wo im November 1882 im Labor ein Ausdehnungskoeffizient von $(0,0466 \text{ mm} + 0,000007 \cdot T)$ mm gefunden wurde. Um die Frage weiter abzuklären, wurde dann im Dezember 1885 im Bureau International des Poids et Mesures in Breteuil die Stange nochmals geeicht (übrigens mit einem von der Société de Genève gelieferten schweizerischen Komparator) und gefunden:

$$L = (4000 - 0,30984) \text{ mm} + (0,045701 + 0,0000326 \cdot T) \text{ mm} \cdot T^{\circ}$$

Diese «Gleichung» wurde schliesslich von der Kommission, die 1882 ihr unermüdliches und kompetentes Mitglied Plantamour verloren hatte, an ihrer Sitzung vom 13. Juni 1886 als verbindlich erklärt. Dies führte zu den folgenden Werten für die Längen der drei Basen:

Aarberg	2400,111 m \pm 0,9 mm
Weinfelden	2540,335 m \pm 1,3 mm
Giubiasco	3200,408 m \pm 1,3 mm

publiziert im 1888 erschienenen 3. Band des «Réseau de la Triangulation Suisse».

2. Noch im Herbst 1880, anschliessend an die Messung der Aarberger Basis war mit den Winkelmessungen im Übertragungsnetz¹ auf die Seite Chasseral-Rötifluch des Gradmessungsnetzes begonnen worden. Diese Messungen schritten nur langsam fort und wurden erst 1882 beendet.

Noch mühsamer gestalteten sich die Messungen im Weinfelder Basisnetz 1881 und 1882, und die Resultate waren so zweifelhaft, dass 1883 die Stationen

Basis Ost und Hersberg nachgemessen werden mussten.

Aber noch mehr Sorgen und Arbeit bereitete dann das Tessiner Netz. Die Winkelmessungen erfolgten zuerst 1883 bei Nacht und wurden 1884 teilweise bei Tag, teilweise bei Nacht zu einem grossen Teil wiederholt. Wegen der zum Teil steilen Visuren wurden auch Korrekturen für Nichthorizontalität der Horizontalachse angebracht. Trotz alledem ergaben sich sehr schlechte Dreieckschlüsse. Scheiblauber, Koppes Nachfolger als Kommissionsingenieur, nannte auch schon 1884 den Grund: Lotabweichungen, und die Kommission beschloss auf sein Drängen an ihrer Sitzung vom 28. Juni 1885, im folgenden Jahr astronomische Lotabweichungsbestimmungen im Tessiner Basisnetz durchführen zu lassen. So beobachteten denn die Ingenieure Scheiblauber (SGK) und Haller (Topographisches Bureau) von Juni bis September 1886 auf den vier Stationen der «ersten Vergrösserungsfigur» des Basisnetzes je die astronomische Breite und ein Azimut und dazu – klugerweise – alle Höhenwinkel. Scheiblauber berechnete dann die Länge der Anschluss-Seite Gridone-Menone unter Berücksichtigung dieser vier astronomisch bestimmten Lotabweichungen und auch ein zweites Mal mit «aus der sichtbaren Gestalt des Gebirges» *geschätzten* Lotabweichungen aller neun Stationen, was ein um nur 5 cm anderes Resultat ergab.

3. Berechnete man aus der von der Aarberger Basis abgeleiteten Seite

	(1) m	(2) m	(3) m	(4) m
Chasseral-Rötifluch	38 129,788	38 129,788	38 129,462	- 0,326
Hörnli-Hersberg	45 141,372	45 140,215	45 140,989	+ 0,774
Gridone-Menone	38 387,419	38 387,424	38 387,093	- 0,331

(1) Gradmessungsnetz mit Massstab der Aarberger Basis

(3) Gradmessungsnetz mit dem definitiven Massstab

(2) Basisvergrösserungsseiten

(4) Differenzen (3)-(2)

Chasseral-Rötifluch ausgehend die Seiten Hörnli-Hersberg und Gridone-Menone, so ergab sich gegenüber den aus den Basen über die Vergrösserungsnetze bestimmten Längen für die Tessiner Seite eine befriedigende Übereinstimmung von einigen cm, für die Ostschweizer Seite aber eine Differenz von mehr als 1 m (Basisseite kleiner als übertragene Seite). Die Kommission beschloss an ihrer Sitzung vom 19. Juni 1887, fast das ganze Basisnetz Weinfelden neu beobachten zu lassen, was dann noch im gleichen Jahr geschah. Vergeblich – die neuen Messungen ergaben auf etwa 10 cm die gleiche Seitenlänge wie die Messungen 1882/83!

4. 1882 hatte Koppe, zuletzt unterstützt von Scheiblauber, die Ausgleichung des «Gradmessungsnetzes» abgeschlossen, eine bedingte Ausgleichung als freies Netz ohne Basiszwänge und Laplace-Gleichungen, also ohne Sorgen betreffend Massstab und Orientierung. Diese Probleme stellten sich dann Scheiblauber und seinem Nachfolger Messerschmitt bei der Berechnung der Seitenlängen und der geographischen Koordinaten des Gradmessungsnetzes (publiziert in Band 5 des «Schweizerischen Dreiecksnetzes»). In der Einleitung zum Kapitel «Vereinigung der schweizerischen Grundlinien mit dem Hauptnetz» steht der lakonische Satz:

«Schon früher hat sich die schweizerische geodätische Kommission dahin ausgesprochen², bei der Vereinigung der Grundlinien mit dem Netze keine Zwangsbedingungen in dasselbe einzuführen; es soll also das Hauptnetz in seiner Figur, wie dasselbe aus der Ausgleichung folgt, unverändert gelassen werden. Um nun einen Anhaltspunkt zu bekommen, in welcher Weise die drei Grundlinien am besten zu benutzen seien, soll...»

«Man» (wer?) fand schliesslich folgende Lösung:

Der Massstab – aus der Aarberger Basis abgeleitet – des Gradmessungsnetzes wurde um etwa $8,5 \cdot 10^{-6}$ verkleinert, was zu den endgültigen Seitenlängen der 3. Kolonne der untenstehenden Tabelle und den entsprechenden übrigbleibenden Differenzen Gradmessungsseite – Vergrösserungsseite führte.

Mit diesen Seitenlängen (auf dem Bessel-Ellipsoid), mit der astronomisch bestimmten Breite $46^{\circ} 57' 08,66''$ und der angenommenen Länge $0^{\circ} 00' 00''$ für das Meridianzentrum der alten Sternwarte Bern und dem astronomisch bestimmten Azimut Bern-Gurten $180^{\circ} 00' 37,59''$ wurden dann «geographische», d. h. ellipsoidische Koordinaten aller Gradmessungspunkte und der «angeschlossenen» astronomischen Punkte berechnet.

5. Eine extreme Lösung, gewiss, die ausgeglichenen Winkel des Gradmes-

¹ Netzbilder aller drei Basisnetze in [3]

² Ich habe in keinem der Procès-verbaux der SGK 1880–1890 ein einziges Wort zu *diesem* Thema gefunden!

sungsnetzes als unveränderlich, gleichsam fehlerfrei zu betrachten! Eine billige Lösung auch, ersparte sie doch die Neuausgleichung des Netzes. War sie falsch? Wäre die andere, ebenso extreme Lösung, die Vergrößerungsseiten³ festzuhalten und das Netz auf sie hinzubiegen, besser gewesen?

W. Fischer hat in [1] die auf Seiten 1. Ordnung der schweizerischen Landesvermessung gemessenen Geodimeter-Distanzen mit den aus Koordinaten erhaltenen Werten verglichen und fand dabei tatsächlich im Gebiet der Weinfelder Basis die «Koordinatendistanzen» gegenüber den elektronischen Distanzmessungen (EDM) zu gross, im Gebiet der Aarberger Basis zu klein. In diesen Teilen der Schweiz beruht die heutige Landesvermessung auf den Koordinaten des Gradmessungsnetzes; der durchgeführte Vergleich ist also im Grunde ein Vergleich Basismessung/EDM. Im Tessin, wo die Landes-triangulation gegenüber EDM ebenfalls zu klein ist, ist der Vergleich nur beschränkt schlüssig, weil hier die heutigen Landeskoordinaten auf einer neueren Triangulation beruhen. – «Man» hätte also vor hundert Jahren den Basismessungen und ihren Vergrößerungsnetzen wohl doch etwas mehr Vertrauen entgegenbringen dürfen!

³ das Festhalten der Basislängen (nicht der aus ihnen abgeleiteten Vergrößerungsseiten) mit Einfügen der Vergrößerungsnetze in die Netzausgleichung hätte die Rechenmöglichkeiten jener Zeit wohl überstiegen.

Ausblick

Die Schweizerische Geodätische Kommission untersucht heute diese nun hundertjährigen Messungen aufs neue, indem sie Neuausgleichungen der Basisnetze, zusammen mit neuen Distanz- und Höhenwinkelbeobachtungen, durchführt. Über die dabei erhaltenen Ergebnisse kann vielleicht an dieser Stelle einmal berichtet werden.

Es werden sicher nie mehr Basen mit Messstangen gemessen werden, ja es wurden in der Schweiz auch keine mehr gemessen seit 1880/81, denn die Messung der «Basis» durch den Simplontunnel im März 1906 (mehr als 20 km!) und diejenige der 2256 m langen Basis bei Ostermundigen im Dezember 1913 (zur Kontrolle der Strecke Sternwarte–Gurten) erfolgten bereits mit Invardrähten und natürlich ebenso die noch so spät wie 1959 bei Heerbrugg gemessene «internationale» Basis (vgl. [3]). Heute stehen «schnellere» und – mit Vorbehalten – genauere Messmittel zur Verfügung.

Wenn aber aus «alten» Messungen heute doch irgend ein praktischer Nutzen oder eine Information gezogen werden sollen – man denkt natürlich im Zeitalter der als elastisch und plastisch betrachteten Erde am ehesten an, wenn auch noch so grobe, Bestimmungen von Erdkrustenbewegungen –, so gilt es, sie und die aus ihnen abgeleiteten Werte genau unter die Lupe zu nehmen. Es sind dabei glücklicherweise durchaus nicht immer nur Enttäuschungen zu erwarten und zu erleben.

Literatur

- [1] Fischer, W.: The scale of the Swiss first order triangulation net. Institut für Geodäsie und Photogrammetrie ETH Zürich, Bericht Nr. 30, 1979
- [2] Jordan, W.: Handbuch der Vermessungskunde. Dritter Band, 4. Auflage, Stuttgart 1896
- [3] Kobold, F.: Die Messung der Basis und des Basisvergrößerungsnetzes von Heerbrugg im Jahre 1959. Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie 1+2/1960
- [4] Schweizerische Geodätische Kommission: Procès-verbaux des séances 1862–1891. Neuchâtel.
- [5] Schweizerische Geodätische Kommission: Das schweizerische Dreiecksnetz. Erster Band (1881): Die Winkelmessungen und Stationsausgleichungen. Zürich. Zweiter Band (1884): Die Netzausgleichung und die Anschlussnetze der Sternwarten und astronomischen Punkte. Zürich. Troisième Vol. (1888): La mensuration des bases. Lausanne. Vierter Band (1889): Die Anschlussnetze der Grundlinien. Zürich. Fünfter Band (1890): Astronomische Beobachtungen im Tessiner Basisnetz, auf Gäbris und Simplan; definitive Seitenlängen; geographische Koordinaten. Zürich.
- [6] Wolf, R.: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz. Schweizerische Geodätische Kommission, Zürich 1879
- [7] Zölly, H.: Geschichte der geodätischen Grundlagen für Karten und Vermessungen in der Schweiz. Eidgenössische Landestopographie, Wabern 1948

Adresse des Verfassers:
N. Wunderlin, Dipl. Ing., Institut für
Geodäsie und Photogrammetrie,
ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich

Ergebnisse einer Bündelblockausgleichung ohne zusätzlichen Parameter mit signalisierten und künstlichen Verknüpfungspunkten*

Z. Parsic

*Presented Paper, Kommission III, 14. Kongress der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, Hamburg 1980.

Mit den vorliegenden Ergebnissen sind Erfahrungen gewonnen worden über den Einsatz von künstlichen Punkten und des Punktübertragungsgerätes WILD PUG 4 für unterschiedliche Messverfahren bei der Blocktriangulation mit der Bündelmethode.

Die erzielte Absolutgenauigkeit μ_{xy} für Mono- und Stereomessungen mit künstlichen Verknüpfungspunkten beträgt 6,7 μm und 8,4 μm im Bildmassstab. Die Höhengenaugkeit für beide Messverfahren beträgt 0,09‰ der Flughöhe über Grund. Vorausgesetzt sind natürlich ein erfahrener Operateur und Funktionstüchtigkeit des Punktübertragungsgerätes sowie einwandfreie Markierung.

In der Praxis sollten insbesondere die Gesichtspunkte der Wirtschaftlichkeit und der erzielten Genauigkeit mit signalisierten und künstlichen Verknüpfungspunkten genau gegeneinander abgewogen werden.

Les résultats présentés ont permis de réunir des observations sur l'utilisation de points artificiels et sur l'emploi de l'appareil pour le transfert de points WILD PUG 4 pour différents procédés de mesure, lors de la triangulation par bloc selon la méthode des faisceaux.

La précision absolue μ_{xy} obtenue avec les mesures monoscopiques et stéréoscopiques à l'aide de points de rattachement artificiels correspond à 6,7 μm et 8,4 μm dans le plan des clichés. Pour les deux procédés, la précision de l'altitude correspond à 0,09‰ de la hauteur de vol au-dessus du sol. On suppose naturellement une grande expérience de la part de l'opérateur, un fonctionnement impeccable de l'appareil pour le transfert de points ainsi qu'un marquage irréprochable.

En pratique, on devra en particulier mettre en balance les points de vue économiques avec la précision obtenue à l'aide des points de rattachement signalisés et artificiels.