

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

**Band:** 47 (1949)

**Heft:** 3

**Artikel:** Die aktuellen geodätischen Grundlagen der Landesvermessung [Schluss]

**Autor:** Zölly, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-206560>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

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

Enfin, au cas où les données statoscopiques font défaut, nous proposerons un mode particulier de la restitution conditionnée en même temps qu'une méthode de compensation appropriée, qui feront l'objet d'une prochaine publication.

## Die aktuellen geodätischen Grundlagen der Landesvermessung

von Dipl.-Ing. Dr. h. c. H. Zöll

(Schluß)

Die trigonometrischen Arbeiten für die *Karte* stützten sich zum Teil noch auf die Eschmannschen Ergebnisse, da diejenigen der Triangulation der Schweiz. Geodätischen Kommission noch nicht oder nur in vorläufigen Ergebnissen vorlagen. Sie wurden meistens kantonsweise erstellt, einzig das sog. Süd-Ostschweizerische Netz, Abbildung 4, erstreckte sich über das Gebiet der ganzen Ostschweiz, das von dem Netz der Schweiz. Geodätischen Kommission nicht erfaßt worden war. Es kann sich im Rahmen dieser Abhandlung nicht darum handeln, im Detail über die Art, den Umfang und die Genauigkeit der erzielten Ergebnisse zu referieren; zusammenfassend kann nur festgestellt werden, daß mit wenigen Ausnahmen das Ergebnis dem gesteckten Ziel der Erstellung einer kleinmaßstäblichen Karte genügte, nicht aber einer modernen Landesvermessung, noch weniger der schweiz. Grundbuchvermessung. Genügte schon die erzielte Genauigkeit der Ergebnisse nicht, so war es im allgemeinen noch schlimmer mit dem Zustande der Versicherung der trigonometrischen Punkte bestellt. So konnten die Triangulationen der Innerschweiz, von Neuenburg, des Berner Jura, von Basel, Schaffhausen, Zürich, Thurgau den neuen Anforderungen nicht genügen. Vom südostschweizerischen Netz schließlich konnten nur die in das moderne Projektionssystem umgerechneten Koordinaten der Punkte Säntis und Gäbris und die später bei Anlaß der Forsttriangulation netztechnisch gut aufgebauten Netze der beiden Halbkantone Appenzell Außer- und Inner-Rhoden als brauchbare Grundlagen in die neue Landesvermessung übernommen werden.

Nicht viel besser stand es mit der Brauchbarkeit derjenigen Triangulationen, die für die Zwecke der *Forstvermessung* im neunzehnten Jahrhundert erstellt worden waren, die teilweise mit den Arbeiten für die Karte 1:50000 und 1:25000 identisch waren. Von dem Netz I. Ordnung für das Berner Oberland, Abbildung 5, sind durch Umrechnung einzig die Koordinaten für den Punkt erster Ordnung Niesen unverändert beibehalten worden und davon abhängig die wenigen Punkte IV. Ordnung, die als Grundlage für die Vermessung der Gemeinde Erlenbach i. S. dienten. Alles übrige ist im neuen Netz der Landestopographie neu bestimmt worden.

Das Netz I. Ordnung, das für die Zwecke der Forstvermessung über

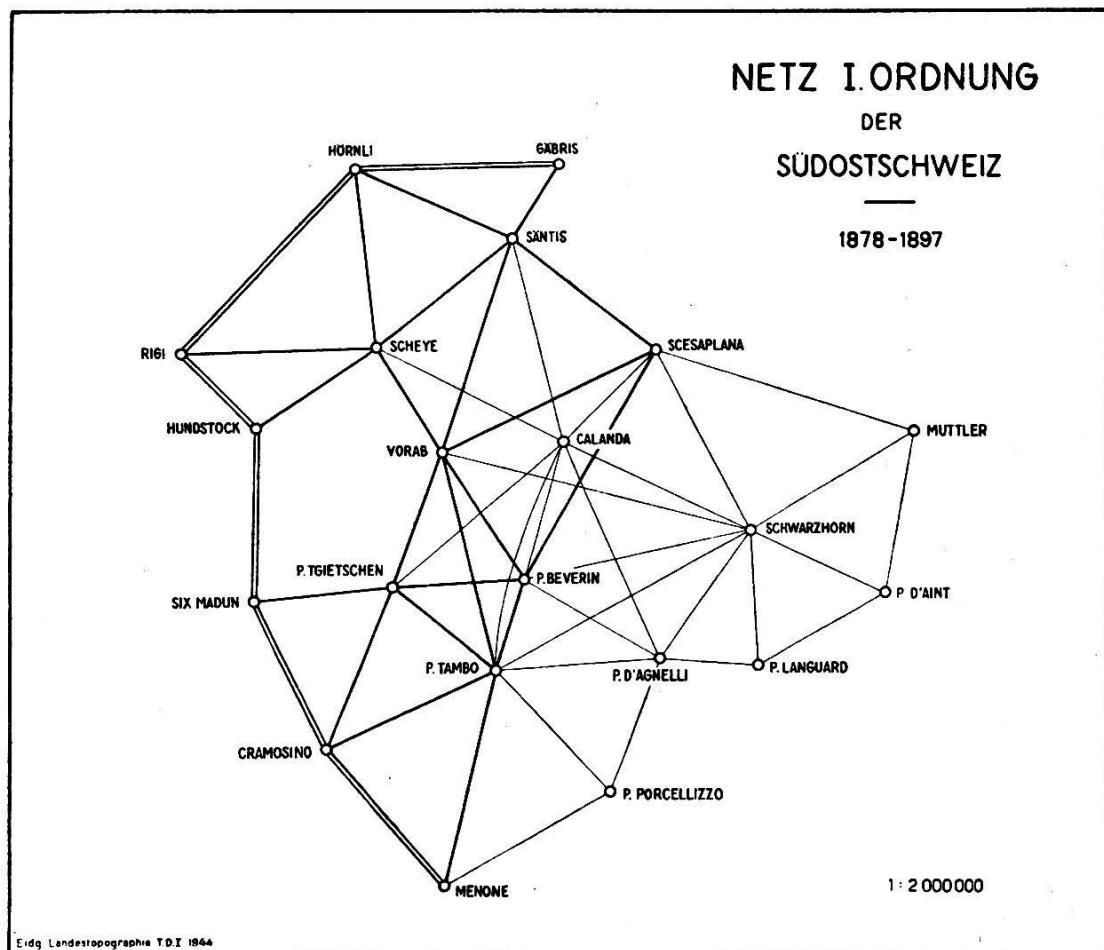


Abb. 4

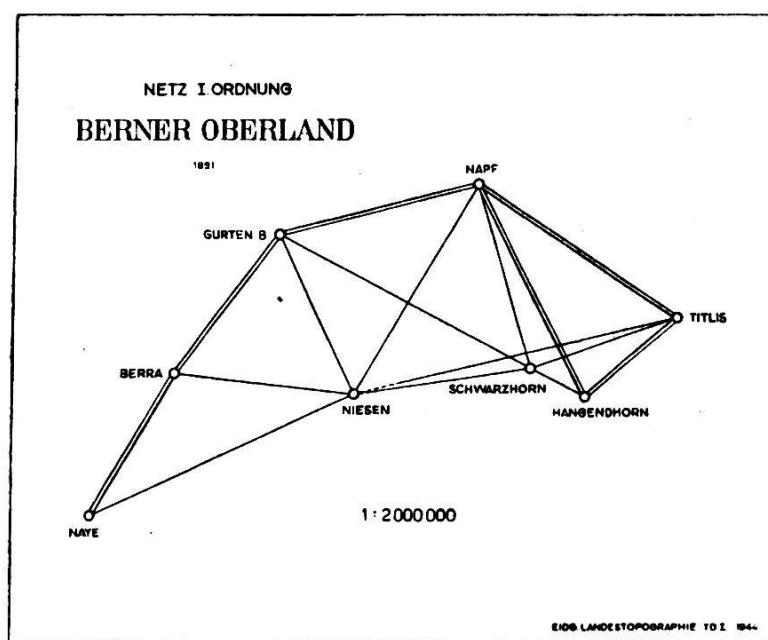


Abb. 5

das Wallis erstellt worden war und das die Lücke im Netz der Schweiz. Geodätischen Kommission füllte, genügte nicht und ist vollständig neu erstellt worden.

Was nun die trigonometrischen Grundlagen anbetrifft, die als Grundlage für Katastervermessungen dienten, so müssen wir zunächst solche unterscheiden, die vollständig verloren gegangen sind und solche, die noch bestehen und zur Nachführung der bestehenden sog. provisorisch anerkannten Grundbuchvermessungen dienen. Die Katastertriangulationen der Kantone Neuenburg, Solothurn und des Berner Jura waren am Anfang des 20. Jahrhunderts sozusagen gänzlich verloren; die auf diese Werte aufgebauten Katastervermessungen sind *provisorisch* als Grundbuchvermessungen anerkannt und sie werden auf Grund vorhandener Polygonpunkte oder Grenzpunkte nachgeführt. Sofern in den Gemeinden dieser Kantone Güterzusammenlegungen oder Neuvermessungen angeordnet werden, gelten dann die später zu erwähnenden modernen Triangulationen als Grundlagen. Wo die trigonometrischen Grundlagen ganz oder teilweise erhalten sind, wie in den Kantonen Bern-Mittelland oder Aargau, gelten diese als heutige Grundlagen, aber ebenfalls nur so lange, als nicht Güterzusammenlegungen oder Neuvermessungen erstellt werden.

Sodann wurden in den Kantonen Fribourg, Tessin und Zürich Triangulationen I. bis II. Ordnung ausgeführt, die so angelegt waren, daß sie sowohl als Grundlage für die Veröffentlichung der Karten als auch für die Erstellung von Forstvermessungen und Katastervermessungen dienen sollten. Sie erfüllen für die ersten beiden Arbeiten, in besonderem Projektionssystem gerechnet, in weitgehendem Maße ihren Zweck, dagegen mußten sie, um den heutigen Anforderungen zu genügen, neu bearbeitet werden, so daß vom Alten sozusagen nichts übrig geblieben ist. Ganz anders verhält es sich mit den im letzten Jahrzehnt des neunzehnten Jahrhunderts begonnenen Neubearbeitungen der Triangulation von Basel-Stadt und -Land, Genf und der Waadt und von St. Gallen-Appenzell. Im besondern ist die Triangulation von Basel zu erwähnen. Sie zeichnet sich durch eine sehr gute Versicherung aus; dagegen war die Triangulation vollständig nach der sog. Dreiecksmethode entworfen und ferner in einem besondern Projektionssystem gerechnet worden. Ähnlich verhält es sich mit den trigonometrischen Arbeiten in den Kantonen Genf, Waadt und St. Gallen-Appenzell. Auf ihre Verwendung als moderne Grundlagen werden wir später zurückkommen.

Außer diesen kantonalen trigonometrischen Arbeiten bestanden aber für die größern Städte wie Zürich, St. Gallen und Luzern besondere trigonometrische Arbeiten, die sich, losgelöst von den kantonalen Arbeiten, selbständig auf das Netz der Schweiz. Geodätischen Kommission stützten. Sie spielen z. T. heute noch eine besondere Rolle.

Die föderalistische Einstellung in den Kantonen, der Einfluß der Schweiz. Geodätischen Kommission und einzelner ihrer Mitglieder führten bei geodätischen Arbeiten nach und nach zu einer Dezentralisation. Die Wahl besonderer Projektionsarten, vorläufiger oder definitiver Sei-

tenlängen der Gradmessungstriangulation und besonderer Höhenhorizonte als Grundlagen der vielen Triangulationen bildeten eine Erschwerung ihrer Verwendbarkeit.

Im Laufe der Jahre war festgestellt worden, daß von den *Nivellementsfixpunkten*, die die Geodätische Kommission erstellt hatte, eine Anzahl verloren gegangen war. Eine genaue Feldbegehung, die im Jahre 1886 durch Ingenieure des eidg. topographischen Bureaus ausgeführt worden war, ergab als Resultat, daß es viel schlimmer stand, als vermutet worden war; 37 % aller Punkte wurden als verloren oder gefährdet gemeldet. Endlich entschloß sich das eidg. topographische Bureau im Jahre 1893 das Übel an der Wurzel zu fassen; alle bestehenden Linien wurden nochmals begangen, die verlorenen oder gefährdeten Punkte ersetzt und die bestehenden zu Punktgruppen ergänzt. So entstand das sog. Versicherungs-Nivellement, in den Jahren 1893–1902 nach neuen Gesichtspunkten mit neuen Instrumenten und Miren erstellt; es wurde in der Hauptsache von Dr. Hilfiker geleitet und ausgeführt. Wesentlich waren die neu eingeführten täglichen Vergleichungen der mit Millimeter-Teilung versehenen Miren und die Ausführung nur noch längs der Straßen. Die Resultate von 49 Kontroll- und Neunivellements, die das ganze Gebiet der Schweiz umfassen, sind in den Lieferungen 1–17 „Die Fixpunkte des Schweiz. Präzisions-Nivellements mit Nachträgen 1894–1907“ niedergelegt und veröffentlicht. Die Höhen bezogen sich auf Pierre du Niton als Nullpunkt, waren also keine Meereshöhen.

### III.

Mittlerweile sind wir in den Anfang des 20. Jahrhunderts gelangt, in welchem sich neue Aufgaben: Grundbuchvermessung, neue Landeskarte, abzeichnen, wofür neue Grundlagen zu erstellen waren. Es war ein Glück für unser Land, daß in diesem Zeitpunkt ein Mann mit hervorragenden Fachkenntnissen und einem klaren Kopf am 1. Januar 1901 an die Spitze der Eidg. Landestopographie trat, Direktor Leonz Held. Schon die ersten Verfügungen kennzeichnen seine klare Zielsetzung. Wir haben am Schlusse des letzten Kapitels dargelegt, wie willkürlich für kantonale und kommunale Triangulationen besondere Projektionssysteme und Höhen-Horizonte gewählt worden waren. Hier setzte Held sofort ein und übertrug seinen beiden Mitarbeitern, Ingenieur Max Rosenmund und Dr. J. Hilfiker, das Studium der Wahl eines einzigen für die beabsichtigten Arbeiten geeigneten Projektionssystems und der Wahl eines passenden Höhen-Horizontes für die ganze Schweiz.

Das erste Ergebnis der Bemühungen Helds war die Veröffentlichung, die Dr. Hilfiker bearbeitet hatte: „Untersuchungen über die Höhenverhältnisse der Schweiz“, die im Jahre 1902 erschien. Dr. Hilfiker bespricht in eingehender Weise die bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts bekannten Beziehungen der Mittelwasser der Meere der an unser Land angrenzenden Nachbarländer, die erreichten Genauigkeiten aller Präzisionsnivellemente und die Höhenanschlüsse an unser Land. Entgegen der immer wieder von

Prof. Hirsch vertretenen Ansicht kommt Dr. Hilfiker zum Schluß, daß es unzweckmäßig sei, einen internationalen Referenzpunkt abzuwarten. Er befürwortet entschieden, diesen Standpunkt zu verlassen und sofort einen Entscheid für die Wahl einer fixen Meereshöhe für den Repère des Pierre du Niton zu treffen. Er schlägt vor:

Als Ausgangshorizont des schweizerischen Höhennetzes wird das Mittelwasser des Mittelländischen Meeres im Hafen von Marseille eingeführt, das mit Abschluß der Mareographenangaben vom 1. Juni 1900 11 mm über «Zéro normal du Nivellement général de la France» liegt. Demgemäß wurde die absolute Höhe vom Repère Pierre du Niton auf

373,6 m

festgelegt. Dr. Hilfiker schätzt auf Grund seiner Untersuchungen den mittleren Fehler dieser Höhe zu  $\pm 7$  cm. Gegenüber dem bisherigen so genannten „alten Horizont“ ergibt sich somit eine um 3,26 m geringere Meereshöhe.

Bald nach dieser Veröffentlichung erschien die zweite: «Die Änderung des Projektionssystems der schweizerischen Landesvermessung» von Ing. Rosenmund im Jahre 1903. Nach einer geschichtlichen Einführung in die von der Schweiz und andern Staaten für topographische Karten verwendeten Projektionssysteme prüfte Rosenmund in einem besondern Kapitel die für die Schweiz zweckentsprechendsten Projektionsmethoden. Zum Schluß empfiehlt er die Anwendung der winkeltreuen, schiefachsigen Zylinderprojektion mit Nullpunkt Sternwarte Bern (früheres Meridianzentrum), deren geographische Länge zu  $0^\circ$  angenommen und als deren geographische Breite der von Prof. Plantamour 1869 beobachtete Wert von  $46^\circ 57' 8",660$  und das Azimut Bern–Chasseral  $305^\circ 11' 33",23$  gewählt wird. (Abbildung 6.)

Bei der winkeltreuen, schiefachsigen Zylinderprojektion steht dem Vorteil der Winkeltreue der Nachteil der Vergrößerung der Längen gegenüber. Anderseits wird jede gemessene Länge durch Projektion auf das Meeresniveau verkürzt. Genaue Berechnungen ergeben, daß für keine Gegend der Schweiz eine Länge von 1 km mehr als um 1 dm verzerrt wiedergegeben wird; diese Größe genügt auch für die Toleranzen bei Stadtvermessungen.

Mit Hilfe der von Rosenmund und Leutenegger abgeleiteten Formeln, Tabellen und Beispielen sind die Grundlagen geschaffen worden, um endgültig für die ganze Schweiz ein für alle Zwecke genügendes, aber vor allem eindeutiges Koordinatensystem festzulegen.

Die entscheidende Wendung für die rasche Durchführung der geodätischen Grundlagen der ganzen Schweiz brachte die Annahme des Schweizerischen Zivilgesetzbuches (ZGB) am 10. Dezember 1907. Zur

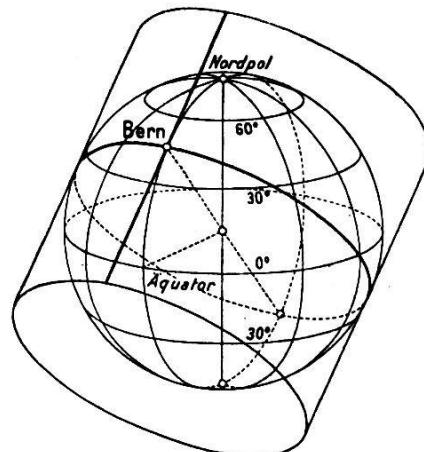


Abb. 6

Sicherung des Grundeigentums wurde das eidgenössische Grundbuch eingeführt; Art. 950 lautet: Die Aufnahme und Beschreibung der einzelnen Grundstücke im Grundbuch hat an Hand eines Planes zu erfolgen, der in der Regel auf einer amtlichen Vermessung beruht.

Das Eidg. Justiz- und Polizeidepartement berief im Jahre 1909 eine Kommission ein, die zu prüfen hatte, auf welche geodätischen Grundlagen diese neuen Vermessungen aufzubauen waren. Nach 3 Sitzungen entschied die Mehrheit der Kommission, daß vor allem das Netz der Schweiz. Geodätischen Kommission als genügende Grundlage für die Ausführung der Grundbuch-Vermessungen anzusehen sei. Ferner wurde beschlossen, daß alle bestehenden brauchbaren Triangulationen in der von Ing. Rosenmund vorgeschlagenen schiefachsigen Zylinder-Projektion einheitlich umzurechnen seien. Die Minderheit der Kommission, Prof. Baeschlin, war der Ansicht, daß das Netz der Geodätischen Kommission nicht genüge und daß eine moderne, neue Triangulation I. Ordnung zu erstellen sei. Inwieweit diese Ansicht berechtigt war, werden wir am Schluß unserer Betrachtungen erfahren. Die Beschlüsse von 1909 waren wegweisend für die praktische Durchführung der neuen 'Landestriangulation I.-III. Ordnung, die am 1. April 1910 dem Referenten übertragen wurde, als die Landestopographie ihre neue Organisation erhielt.

Wir behandeln nur kurz in besondern Abschnitten die Landestriangulation I.-III. Ordnung, das neue Landesnivelllement und sodann die Grundbuchtriangulation IV. Ordnung und die sekundären Präzisions-Nivellemente.

#### *Landestriangulation I. Ordnung*

Die Triangulation I. Ordnung wies am Anfang des 20. Jahrhunderts in Wirklichkeit folgenden Stand auf:

1. Grundlegend war das Netz der S.G.K., wie es in Abbildung 1 dargestellt ist; da dieses Netz offensichtlich nicht die ganze Oberfläche des Landes bedeckte, müssen als Netze I. Ordnung weiter dazu gezählt werden:
2. Netz I. Ordnung der Südostschweiz 1878–1897, dessen Netzlinien aus Abbildung 4 hervortreten.
3. Netz I. Ordnung des Berner Oberlandes 1891, das in Abbildung 5 dargestellt ist.

Im Netz der S.G.K. sind zwei Teile zu unterscheiden: ein erster, aus gut geformten Dreiecken gebildeter, über das schweizerische Mittelland und ein zweiter Teil, südlich der Linie Gurten–Napf–Rigi–Hörnli über die Alpen, der weniger gut geformte Dreiecke aufweist. Dieser Zweig ist statisch mit dem Hauptnetz schlecht verbunden und läßt die Vermutung offen, daß die südlichsten Punkte Menone und Gridone, sowie Wasenhorn, das überdies durch ein einziges Dreieck bestimmt ist, in ostwestlicher Richtung verschwenkt sein können.

Das Netz der Südostschweiz enthält eine Lücke im Kanton Uri (Scheerhorn) und überflüssige Diagonalen und Überholungen. Die ein-

fache Einschaltung der Punkte Niesen und Grindelwaldner Schwarzhorn im Berner Oberländernetz ist, mit Ausnahme der überflüssigen Sicht Titlis-Niesen, gut.

Vergleichen wir die aus den Dreiecken hervorgehenden mittleren Winkel- und Richtungsfehler, gerechnet nach der Ferreroschen Formel, so ergibt sich folgende Übersicht:

	$m_w$ ±" sex.	$m_r$ ±" sex.	Größter Dreiecks- schluß "sex.
1a. Netz der S.G.K.	0.85	0.60	— 2.85
1b. Netz der Alpen	1.09	0.77	+ 3.17
2. Südostschweiz (für den westlichen Teil 15 Dreiecke)	1.39	0.98	+ 4.57
3. Berner Oberland	1.00	0.70	— 3.40

Die erreichte Genauigkeit dieser 3 Gruppen ist also ungefähr gleichwertig; jedenfalls sind die neueren Arbeiten nicht besser als die alten.

Nachdem von Direktor Held angeordnet worden war, daß die am Ende des 19. Jahrhunderts begonnenen Triangulationen in dem von M. Rosenmund vorgeschlagenen winkeltreuen schieffachsigen Zylinderprojektions-System gerechnet werden sollen, mußten zunächst aus den geographischen Koordinaten des Netzes der S.G.K., die im Band V des Schweiz. Dreiecksnetzes enthalten sind, die Koordinaten im neuen System gerechnet werden. Mit dieser Aufgabe wurde Ing. K. Leutenegger betraut, der sie am 20. April 1903 begann und im Laufe des gleichen Jahres beendete. Ing. S. Simonett führte vermittelst weiterer Glieder der Berechnungsformeln eine Kontrollrechnung im Jahre 1904 durch, so daß im Frühjahr 1905 die gewünschten Koordinaten, die ebenen und sphärischen Azimute, sowie die ebenen und sphärischen Seitenlogarithmen und die Meridiankonvergenzen fertig gerechnet vorlagen.

Als der Berichterstatter sein Amt am 1. April 1910 antrat, war es seine Pflicht, das Bestehende zu beurteilen und zu prüfen, in welcher Weise die geodätischen Arbeiten weiterzuführen seien. Auf Grund der in eigener trigonometrischer Tätigkeit von 1905 bis 1910 gewonnenen Überzeugung stand er nicht auf dem Boden der Entscheide der Mehrheit der Triangulations-Kommission von 1909, sondern vertrat die Auffassungen von Prof. Baeschlin und Ing. Leutenegger. In diesem Zeitpunkt waren aber die Berechnungen an den Netzen II.-III. Ordnung im Waadtland, Berner Jura, Berner Oberland und St. Gallen so weit fortgeschritten, daß an eine Änderung des Netzes I. Ordnung wenigstens über die Teile, die den Jura und das Mittelland bedeckten, nicht mehr zu denken war, um so mehr, als auch in diesen Gebieten schon neue Triangulationen IV. Ordnung an diese Arbeiten angeschlossen waren. Dagegen wurde im Einverständnis mit Direktor Held angeordnet, daß bei Anlaß von Winkelmessungen auf den Punkten I. Ordnung des Netzes der S.G.K. auch die gegebenen Winkel I. Ordnung neu zu messen seien. Der Netzteil über

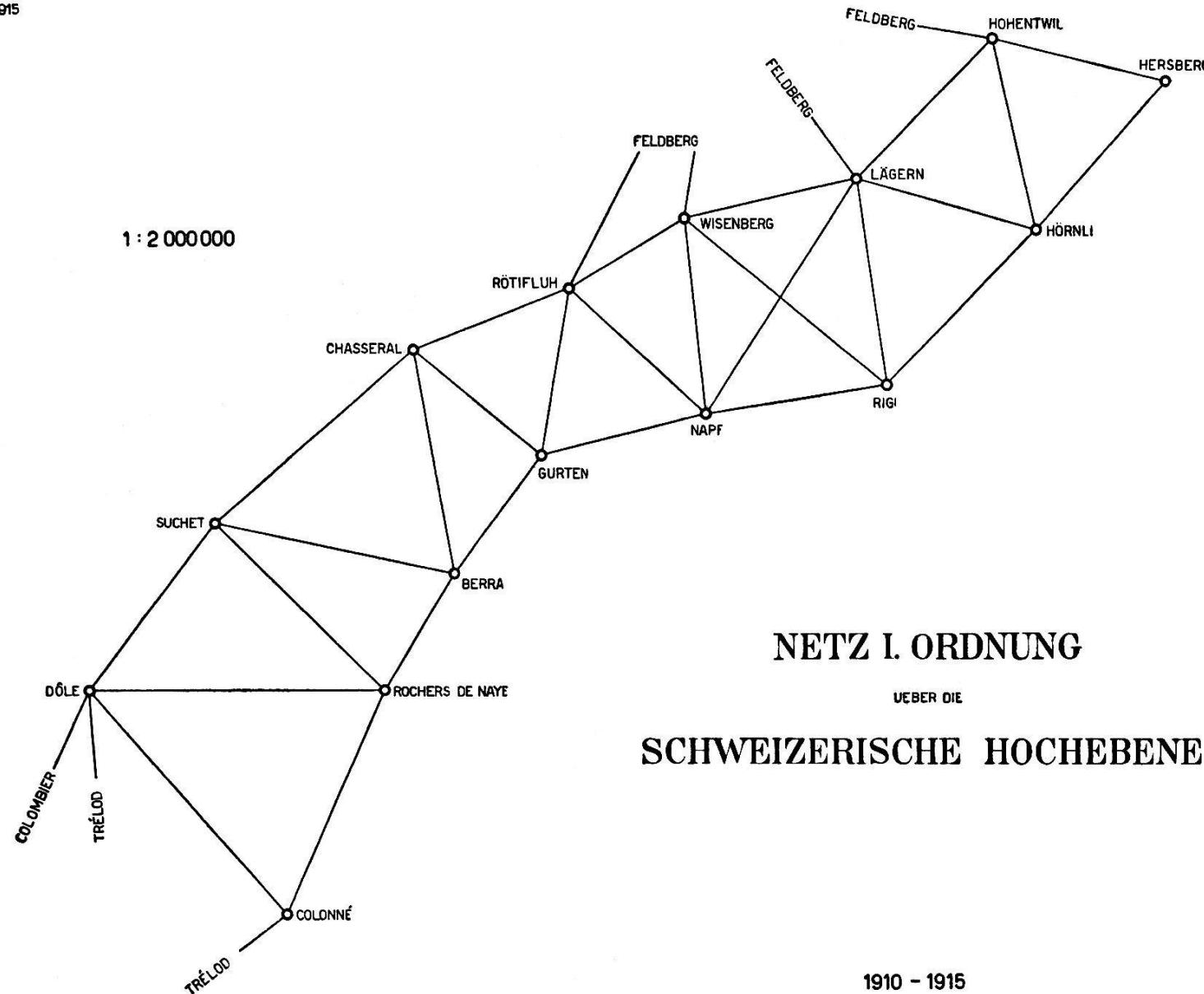


Abb. 7

die Alpen wurde kritischer behandelt, denn hier vermutete man, neben der schlechten Netzgestaltung, auch Unsicherheiten in den Versicherungen der Punkte Hangendhorn und Hundstock. Da aber zunächst in den drei Jahren 1910–1912 Teilnetze II.–III. Ordnung im Gebiet der Hochebene auszuführen waren, weil hier die Grundbuchvermessungen zuerst einsetzen und die Einführung des eidg. Grundbuches am dringlichsten war, mußten die Arbeiten im Gebirge vorläufig zurückgestellt werden.

Als sich dann in den Jahren 1912 und 1913 gezeigt hatte, daß nicht nur die Winkelbeobachtungen im südostschweizerischen Netze unerklärliche Widersprüche zeigten und sich auch die veröffentlichten Berechnungen als unrichtig erwiesen und zudem Unsicherheiten in den Versicherungen der trigonometrischen Punkte auftraten, entschied Direktor Held auf Vorschlag des Referenten, daß ein neues Alpennetz zu entwerfen sei. Dieses Hauptnetz über die Alpen wurde von Anfang an in zwei Teile zerlegt, Abbildungen 8 und 9, um die laufenden Arbeiten nicht zu verzögern und die Berechnungsarbeiten nicht zu umfangreich werden zu lassen.

Der Anschluß des westlichen und östlichen Teiles des Alpenhauptnetzes fand längs dem als gegeben betrachteten Teil des Netzes der S.G.K. statt, der von West nach Nordost die schweizerische Hochebene bedeckt. In Abbildung 7 ist dieses Netz dargestellt und zwar mit denjenigen Dreiecken, die im Zeitraum 1910–1915 neu beobachtet worden sind. Eine

SCHWEIZ LANDESTOPOGRAPHIE  
SEKTION F GEODÄSIE  
1916

## HAUPTNETZ

UEBER DIE

## ALPEN

WESTLICHER TEIL

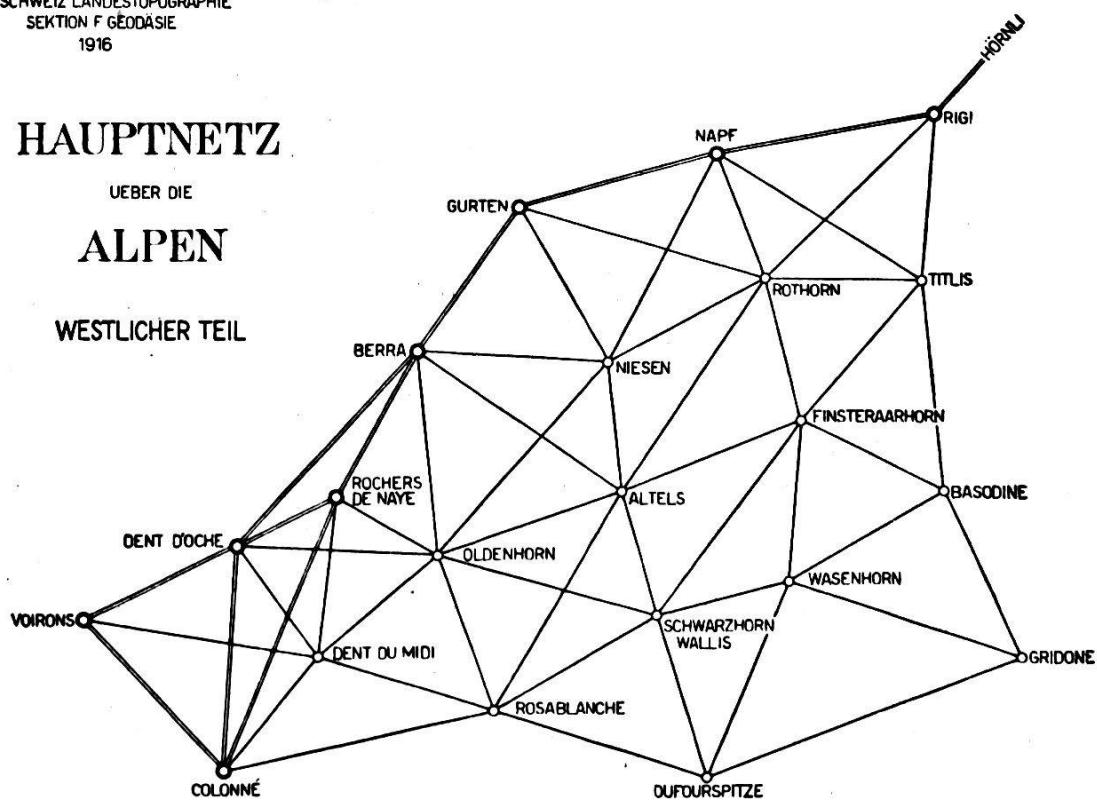


Abb. 8

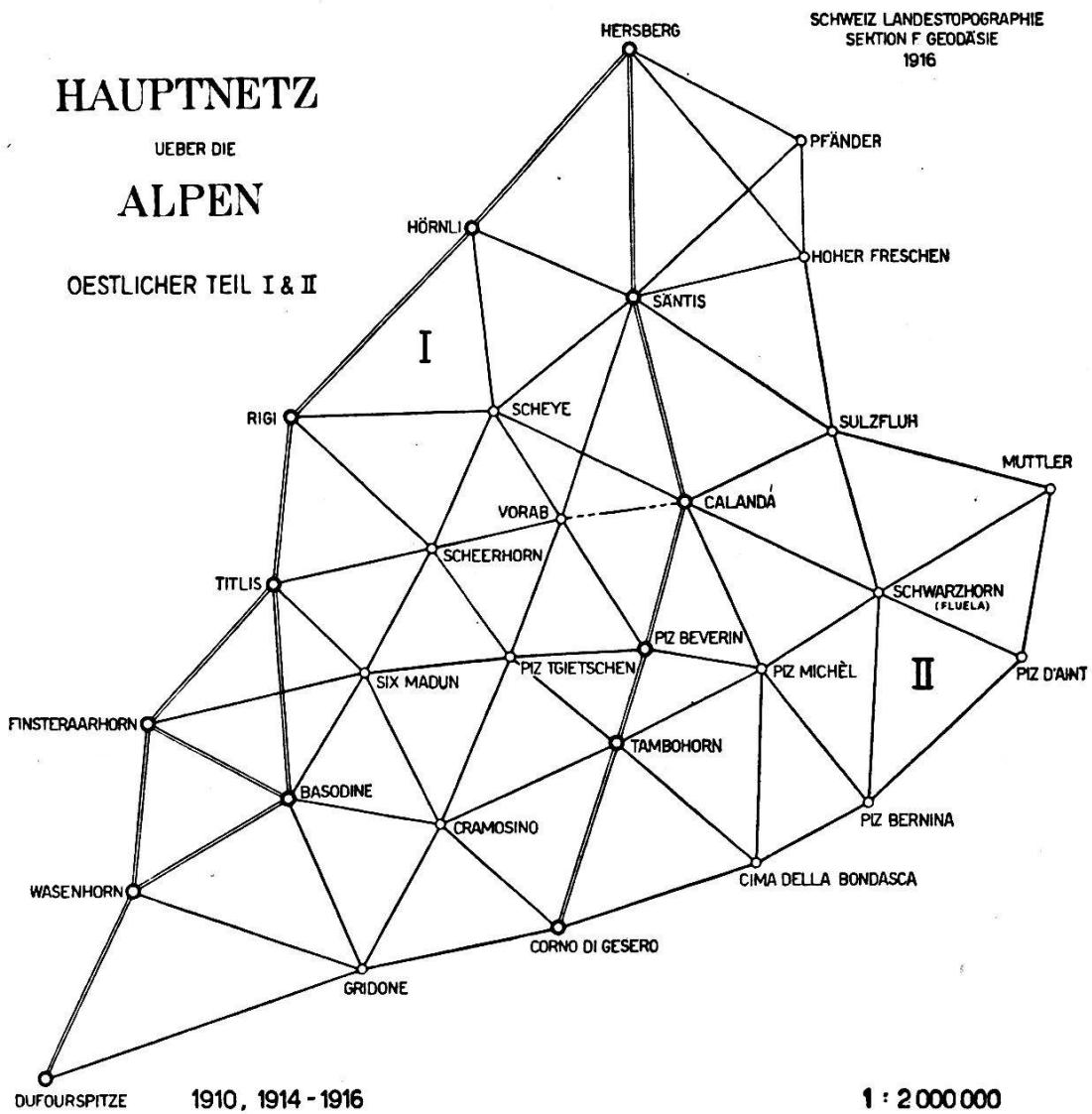


Abb. 9

eigentliche Rekognoszierung fand nicht statt, da entweder die Verbindungen aus früheren Netzen schon bekannt waren oder aus Profilen oder Panoramen entnommen werden konnten. Eine im ersten Netzentwurf vorgesehene Verbindung Niesen–Finsteraarhorn, die dem Niesenpanorama von Xaver Imfeld entnommen war, fiel weg, da der knapp zwischen Eiger und Mönch hervorragende Gipfel nicht das Finsteraarhorn, sondern der Gipfel des Großen Fiescherhorns ist. Die nicht mögliche Sicht Vorab–Calanda wurde indirekt berechnet. Infolge der Verwicklung Italiens in den ersten Weltkrieg im Frühjahr 1915 mußte der Punkt Menone, der vollständig auf italienischem Gebiet liegt, durch den Corno di Gesero ersetzt werden, ebenso der Punkt Cengalo, der wohl Grenzpunkt ist, aber für geodätische Arbeiten nur vom italienischen Biwak aus erreicht werden konnte, durch die Cima della Bondasca (Ferro occidentale). Die große Lücke in der Zentralschweiz, die sowohl das Eschmannsche Netz als auch dasjenige der Südostschweiz kennzeichnet, wurde durch den Punkt Scheerhorn geschlossen. Vergleichen wir die Seitenlängen des Alpen-

NETZ I. ORDNUNG  
DER  
LANDESTRIANGULATION  
SCHWEIZ

EIDG. LANDESTROPOGRAPHIE  
SEKTION FÜR GEODASIE

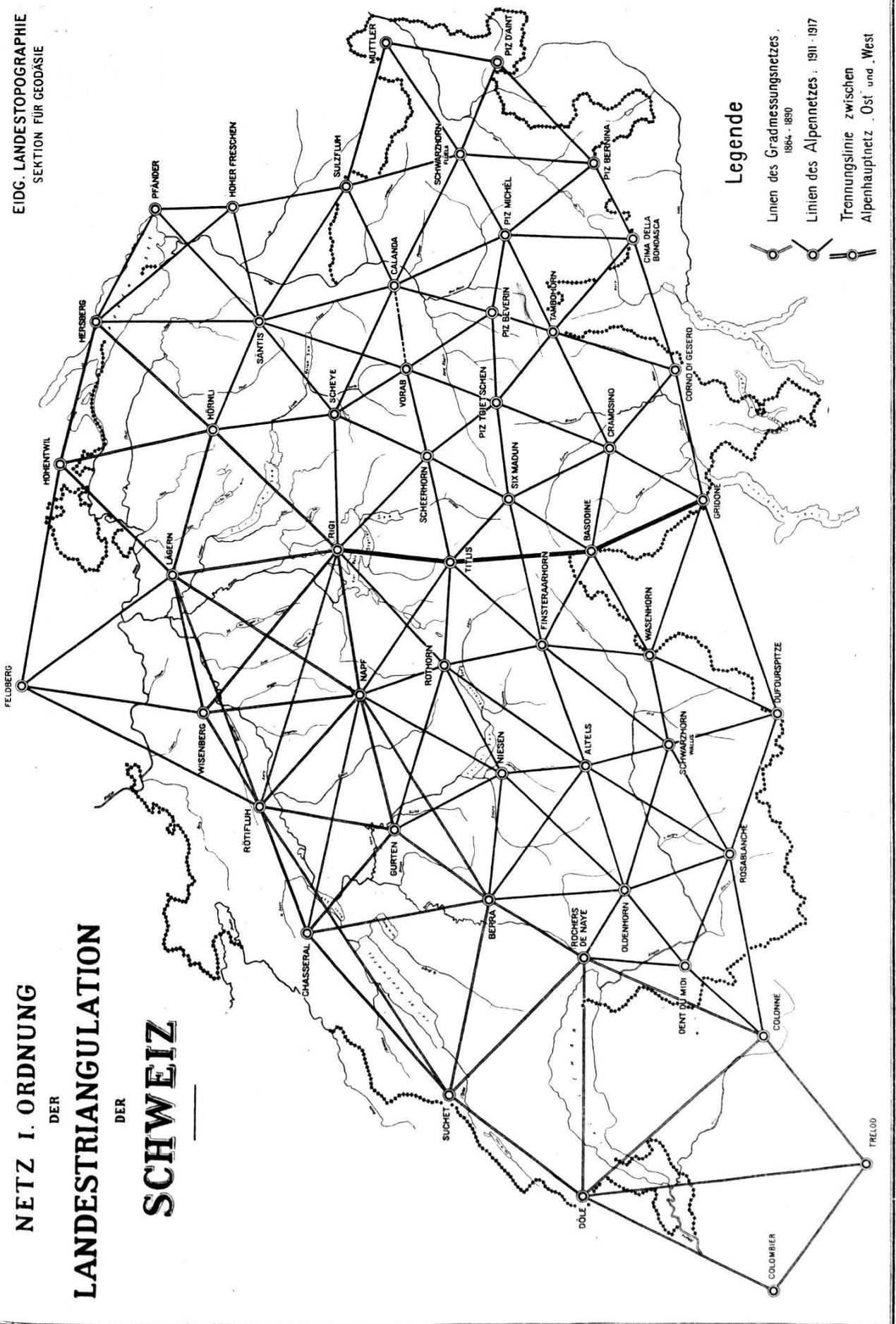


Abb. 10

netzes mit denjenigen Seiten des Netzes der S.G.K., das die Hochebene bedeckt, so erkennen wir, daß erstere bedeutend kürzer sind. Obwohl im Gebirge lange Seiten möglich wären, wie z. B. Gurten-Finsteraarhorn oder Finsteraarhorn-Dufourspitze, wurde mit Absicht auf kürzere Seiten gehalten, denn die unsteten Witterungsverhältnisse im Gebirge geben bei langen Seiten die Sicht viel seltener frei als dies bei kurzen der Fall ist. Diese Maßnahme führte zu einer wesentlichen Verkürzung der Beobachtungsdauer.

Auf diese 3 Netze, zusammengefaßt in Abbildung 10, stützten sich nun die untergeordneten Netze II.-III. Ordnung, die unabhängig von politischen Grenzen in klarer und einfacher Weise aufgebaut wurden. Als Beispiel eines solchen Netzes zeigen wir den Aufbau des Netzes II.-III. Ordnung des Kantons Schwyz, Abbildung 11. Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes übersteigen, wenn auf die Signalisierung, Winkelmessung und Berechnungen eingetreten würde; es genügt, die Hauptergebnisse zusammenzufassen. Als Genauigkeitsmaß für das Netz I. Ordnung ergeben sich folgende Werte:

	Anzahl der Dreiecke	Mittl. Wert der Dreieck- Widersprüche	Mittlerer Winkel- fehler	Mittlerer Richtungs- fehler	Größter Dreiecks- Schluß
1. Hauptnetz Hochebene	15	0",64	0",37	0",26	+ 1",65
2. Westl. Alpennetz	40	0",93	0",53	0",38	+ 2",27
3a. Östl. Alpennetz, I. Teil	27	84	0",99	0",51	0",36
3b. Östl. Alpennetz, II. Teil	17		0",93	0",54	0",38
					— 1",86
					— 1",90

Dies sind die Ergebnisse der reinen Winkelbeobachtung; mit den Zwangseinflüssen der gegebenen Winkel erhöht sich der mittlere Winkel-Fehler im Alpennetz auf  $\pm 0",6$  sex., er ist also gegenüber den Werten des Netzes der S.G.K. und der übrigen alten Netze I. Ordnung wesentlich besser.

Berücksichtigen wir, daß die mittlere Seitenlänge des ganzen Alpennetzes (2, 3a und 3b) durchschnittlich 33 km beträgt, während diejenige des Netzes über der Hochebene (N 1) 50 km erreichte, so ersehen wir, daß für sämtliche Richtungsmessungen dieselbe innere Genauigkeit erzielt worden ist, nämlich  $0",26 \times 50 \cong 0",38 \times 30$ . Der mittlere Fehler des aus den Netz-Ausgleichungen hervorgehenden Richtungsfehlers beträgt  $\pm 0",60$  sex. Der systematische Aufbau der Netze II.-III. Ordnung vom Großen ins Kleine, die gute Bestimmung jedes einzelnen Punktes II. und III. Ordnung erzielten das überraschende Resultat, daß für zirka 3000 Punkte der durchschnittliche mittlere Punktfehler von  $\pm 3$  cm erreicht wurde.

Es folgen nun noch die Angaben über das *neue Landes-Nivellement*, das 1903 in Angriff genommen wurde und das in Abbildung 12 wiedergegeben ist.

Bei der Behandlung des „Versicherungs-Nivellements“ wurde festgestellt, daß die im «Nivellement de Précision» der Geodätischen Kommission erreichte Genauigkeit den gesteigerten Anforderungen nicht mehr

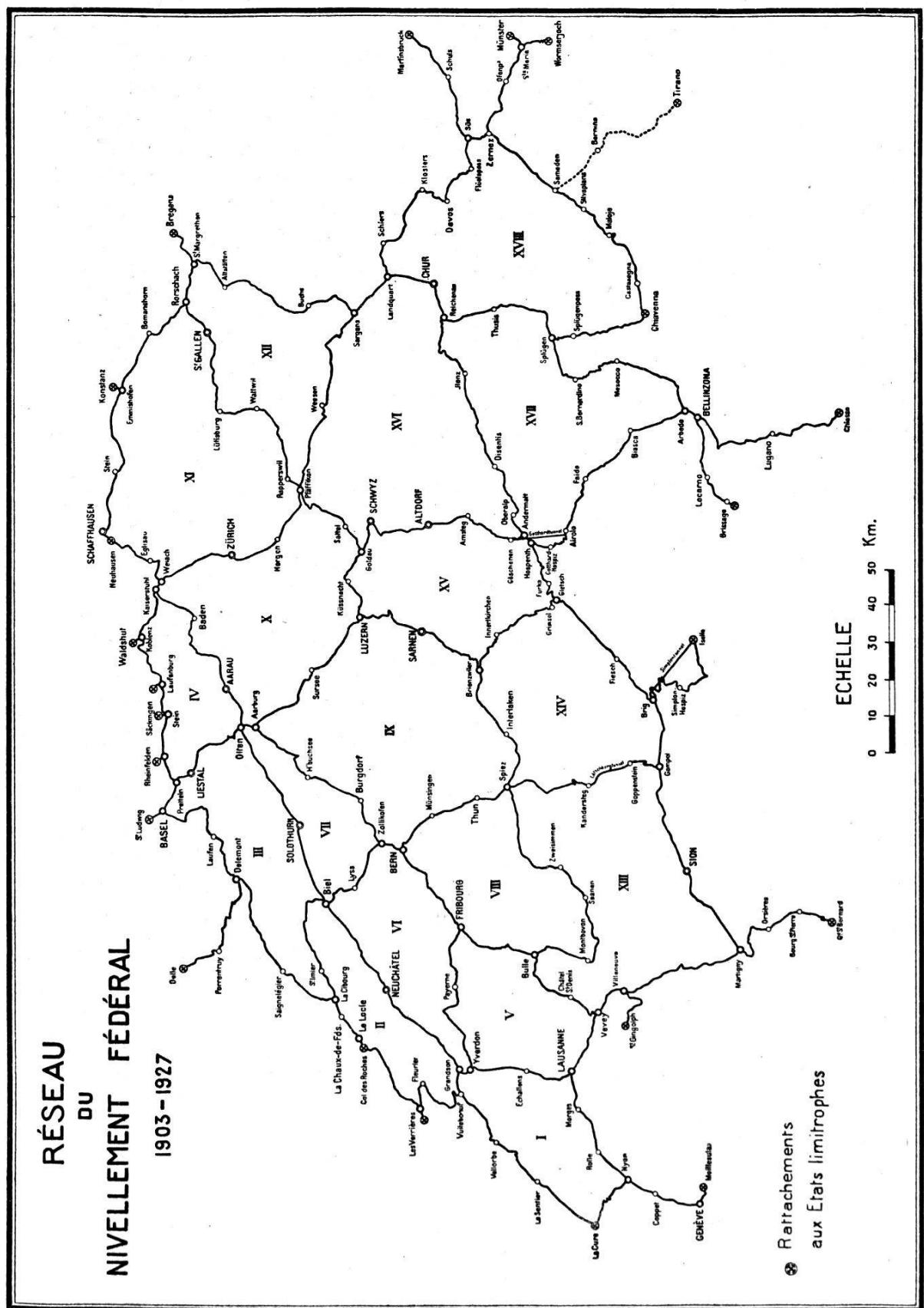


Abb. 12

entsprach. In Hinsicht auf die kommenden Aufgaben, neue Landeskarte und Grundbuchvermessung, entschloß sich die Eidg. Landestopographie, ein neues Landesnivelllement auszuführen, das allen in der Versicherungsperiode von 1893 bis 1902 gewonnenen Erkenntnissen entsprechen sollte. Es würde auch hier viel zu weit führen, Näheres über die Netzanlage, die Versicherung der Nivellementsfixpunkte, über die Nivellier-Methoden, Instrumente, Miren und die Berechnungen auszuführen. Wir beschränken uns darauf, zu zeigen, auf welche Weise die Ergebnisse in den Rahmen des Nivellement de Précision eingefügt worden sind. Die gemittelten reinen Beobachtungsresultate der beiden Beobachter zwischen den Knotenpunkten des Nivellement de Précision wurden zunächst mit dem Resultat, das sich aus den Höhen, entnommen aus dem Catalogue des Hauteurs, als Differenz ergab, verglichen. Überschritt dieser Wert die aufgestellte Toleranz  $3\sqrt{k}$  in mm ( $k$  = Distanz in km) nicht, so wurden die alten Höhen unverändert belassen. Die Höhen der Zwischenpunkte wurden in diesen unveränderten alten Wert eingepaßt. Die so erhaltenen Höhen, *Gebrauchshöhen* genannt, dienten als neue Meereshöhenangaben für die in Ausführung begriffenen Arbeiten der Landestriangulation, Kartenaufnahmen und Grundbuchvermessungen, bezogen auf R. P. d. Niton 373,6 m.

Die innere Genauigkeit des neuen Landesnivelllements erreichte den mittleren 1-km-Wert von  $\pm 0,5$  mm. Eine von Prof. M. Schürer ausgeführte Ausgleichung der neuen Beobachtungen, reduziert mit Berücksichtigung der wahren Schwere, ergibt den mittleren 1-km-Fehler von  $\pm 1,40$  mm, oder den wahrscheinlichen Fehler von  $\pm 0,93$  mm, der gegenüber der international festgelegten Zahl von  $\pm 2$  mm für den wahrscheinlichen 1-km-Fehler weit innerhalb der Toleranz gelegen ist.

An die Gebrauchshöhen des Landesnivelllements sind durch kurze Anschluß-Nivellemente die Höhen einer großen Zahl von trigonometrischen Punkten I.—III. Ordnung angeschlossen worden. Mit Hilfe der auf den trigonometrischen Punkten beobachteten Höhenwinkel, in der Regel nur auf Distanzen bis zu 8 km, sind die Meereshöhen der Punkte teilweise in kleineren Netzen, Zügen oder Einzelpunkten berechnet worden. Damit ist für jeden Punkt I.—III. Ordnung seine Gebrauchshöhe abgeleitet worden. Im Durchschnitt kann festgestellt werden, daß jede Höhe mit einem mittleren relativen Punktfehler von  $\pm 3$  cm bestimmt ist.

Die *Grundbuchtriangulationen IV. Ordnung* sind einheitlich im schiefachsigen Projektionssystem berechnet. Ihr Aufbau geschah zum allergrößten Teil nach der vom Referenten als Entwurf im Jahre 1909 aufgestellten Instruktion über die Erstellung der Grundbuchtriangulationen IV. Ordnung vom 15. Dezember 1910. Einzelne Arbeiten im Kanton Waadt sind noch nach der Dreiecksmethode ausgeführt und nicht nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen worden. Die in den Kantonen Basel-Stadt, Basel-Land, Waadt und Berner Jura gelegenen Triangulationen IV. Ordnung sind in Gebieten gelegen, in denen die grundlegenden Triangulationen I.—III. Ordnung wesentlich durch Umrechnung und Revision älterer Arbeiten erstellt worden waren. In allen

3 Gebieten konnte in gewissen Gegenden klar nachgewiesen werden, daß Triangulationen mit großen Netzzwängen die Berechnung IV. Ordnung stark beeinflußten und daß an einzelnen Orten die zufälligen Fehler in viel geringerem Maße mitspielten, als die systematischen Fehler, die so gut als möglich zu verteilen waren.

In den übrigen Teilen der schweizerischen Hochebene und im Alpengebiet, wo seit 1910 die Triangulationen I.–III. Ordnung systematisch von Grund aus neu bearbeitet worden waren, wo durch gute Netze der günstigste Aufbau vom Großen ins Kleine gegeben war, ließ sich auch die Triangulation IV. Ordnung harmonisch einpassen; es zeigten sich dort keine ähnlichen „Zwangsgebiete“ mehr.

Heute, Ende 1948, sind 98 % aller Triangulationen IV. Ordnung beendet; die restlichen 2 %, im Kanton Bern gelegen, werden in den nächsten Jahren erledigt werden.

Neben den Lagebestimmungen erfolgte selbstredend auch die trigonometrische Festlegung der Meereshöhen aller Punkte. Zu den Linien des Landesnivelllements kamen zahlreiche sekundäre Nivellemente, die die Bestimmung der Höhen wesentlich erleichterten und die Genauigkeit erhöhten.

---

An Hand dieser Ausführungen, die sich auf 3 Epochen beziehen, haben wir dem Ursprung unserer jetzigen geodätischen Grundlagen nachgeforscht. Einheitlich sind die Werte  $y$  und  $x$ , die alle in schiefachsiger Zylinderprojektion gegeben sind, und für die Höhen besitzen wir in der Ziffer 373,6 m für Pierre du Niton einen eindeutig festgelegten Ausgangs-Horizont. In der Bewertung der Resultate hinsichtlich Genauigkeit müssen wir dagegen bezüglich der Einheitlichkeit gewisse Einschränkungen machen. Für die Triangulationen der Kantone Genf, Waadt, Berner Jura und Basel ist der Aufbau der Netze und die erreichte Genauigkeit in gewissen Teilen unbefriedigend. Sie beruht auf der geringen Genauigkeit des Netzes der S.G.K. aus den Jahren 1862–1879. Für die übrigen Teile der Schweiz sind der Aufbau des Netzes I.–IV. Ordnung und die erreichte Genauigkeit allen modernen Anforderungen gerecht geworden. In bezug auf den Stand der Versicherung ist dagegen erfreulicherweise erwiesen, daß die Versicherung der trigonometrischen und Niv.-Punkte einen einheitlich hohen Stand erreicht. Die gesetzlichen Maßnahmen, die die Eidgenossenschaft und die Kantone verpflichten, der Nachführung ein besonderes Augenmerk zu schenken, werden tatsächlich ausgeübt, so daß die Gewähr besteht, daß die jetzigen schweizerischen geodätischen Grundlagen auf lange Zeit erhalten bleiben, um damit der Technik zu dienen.

Dies ist ein erfreulicher Ausblick in die Zukunft; ein weiterer Ausblick bezieht sich auf die Aufgaben, die unser trigonometrisches Netz I. Ordnung nach Abbildung 10 in internationaler Richtung erfüllen kann.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, daß Prof. Dr. Baeschlin 1909 das bestehende Netz I. Ordnung der schweizerischen Geodätischen Kommission als eine ungenügende Grundlage für die Durchführung der

neuen Landesvermessung betrachtete. Die Unstimmigkeiten, die sich in den Triangulationen IV. Ordnung im Waadtlande und im Berner Jura zeigten, haben das bewiesen. Wir haben auch gesehen, daß die Neubeobachtungen 1910–1914 im Netz I. Ordnung, das die Hochebene überspannt, einen bedeutend höheren Grad von Genauigkeit aufweisen, als diejenigen der S.G.K. Der Referent hat diesen Zweig des Netzes I. Ordnung, Abbildung 7, zwanglos ausgeglichen und in diesen die trig. Punkte II. Ordnung des ganzen Gebietes neu gerechnet. Das Hauptergebnis ist folgendes: Für 28 Fest- und Neupunkte beträgt der mittlere Richtungsfehler im alten Netz  $\pm 0",85$ , während derselbe beim neuen ungezwängten Netz auf  $\pm 0",37$  sinkt. Dies ist eine wesentliche Genauigkeitserhöhung und beweist, daß im Waadtland und Jura die aufgetretenen Zwangsserscheinungen auf die ungenügenden Winkelmessungen des Netzes der S.G.K. zurückzuführen sind.

Die Schweiz. Geodätische Kommission beabsichtigt, in den nächsten Jahren eine größere Anzahl von Laplace-Punkten zu beobachten, d. h. geographische, Längen-, Breiten- und Azimut-Messungen auszuführen. Um die Verbindung mit dem neuen Netz I. Ordnung in moderner Weise zu vollziehen, wird es auch notwendig werden, im neuen Netz I. Ordnung, wie es in Abbildung 10 dargestellt ist, die Messungen von 1910 bis 1914 neu auszugleichen, eine Aufgabe, die sicherlich erfreuliche Resultate zeitigen und der Schweiz auf internationalem Boden zur Ehre gereichen wird, in gleicher Art wie es die Ausgleichung unseres Landesnivelllements und die erreichte Genauigkeit bereits getan haben.

## Die Ortsplanung

Von E. Bachmann, dipl. Ing.

### 1. Der Richtplan und die Flächenverteilung

Die Ortsplanung hat, aus einfachen primitiven Formen sich allmählich freimachend, in den letzten Jahrzehnten ihre Methode weitgehend umgestellt. Man ist nach vielen Enttäuschungen und Fehlschlägen zur Erkenntnis gelangt, daß jeder Siedlungskomplex als eine organisatorische Einheit aufzufassen ist.

Noch vor kurzem wurden in großen und kleinen Ortschaften, in gefühlsmäßiger Anlehnung an das Vorhandene, einzelne Bebauungspläne aufgestellt, die nur unvollkommene Teillösungen waren und den Blick auf das Ganze vermissen ließen. Lebenswichtige Planungsaufgaben wurden, den augenblicklichen Bedürfnissen entsprechend, ohne Rücksicht auf die großen Zusammenhänge gelöst. Es wurden einzelne Straßen korrigiert, andere Straßen hinzugefügt, Plätze angeordnet, Bahnhöfe umgebaut oder erweitert, neue Wohngebiete und Industrieflächen geschaffen, Spiel- und Sportplätze projektiert, Umgehungsstraßen geplant und Güterzusammenlegungen durchgeführt. Zweifellos ist im einzelnen oft Gu-