

Die geodätische Aufnahme der neuen österreichisch-italienischen Grenze.

Von Hofrat Ing. Dr. phil. **Hugo Potyka** des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Leiter der technischen Arbeiten der österreichischen Delegation im österreichisch-italienischen Grenzregelungsausschusse.

(Mit 3 Tafeln [I—III].)

Einleitung.

Grenzverlauf. Der Verlauf der neuen Grenze Österreichs gegen Italien erscheint im Staatsvertrage von St. Germain vom 10. September 1919 (Artikel 27) festgelegt.

Nach den Bestimmungen dieses Vertrages wird die Grenze durch die Wasserscheide¹⁾ zwischen den Becken der Flüsse Etsch, Piave, Tagliamento im Süden und jenen des Inn und der Drau im Norden gebildet, von welcher Linie sie nur an drei Stellen, und zwar am Reschenpasse, Toblacherfelde und bei Thörl (Tarviserkessel) abzuweichen hat.

1) Der Staatsvertrag führt das Wort „Wasserscheide“ ohne Definition an. Die Kommission sah sich bei der Aufsuchung der Wasserscheide im Terrain jedoch bald in die Notwendigkeit versetzt, diesen Begriff genau zu definieren.

La Commission décide (Proces-Verbal N° 50):

3° de définir de la façon suivante les différentes lignes de partage des eaux:

a) ligne de partage des eaux topographique réelle: la ligne obtenue (la terre supposée imperméable) en reliant tous les points où l'eau se partage sur le terrain pour se déverser dans chacun des deux bassins des cours d'eau adjacentes.

b) ligne de partage des eaux topographique apparente: la ligne de partage des eaux la plus nettement prononcée et ne tenant pas compte des petits détails d'écoulement des eaux.

c) ligne de partage des eaux réelle: la ligne obtenue en reliant tous les points où l'eau se partage sur ou sous le terrain pour se déverser dans chacun des deux bassins des cours d'eau limitrophes,

d) ligne de crête: la ligne générale obtenue en reliant les sommets de la dorsale principale d'une chaîne de montagnes.

Sie beschloß weiter (Sitz.-Prot. 50 vom 22. Juli 1921), als Wasserscheide im Prinzip die „tatsächliche topographische Wasserscheide“ anzunehmen, also jene Linie, welche — die Erde als undurchlässig vorausgesetzt — alle Punkte verbindet, in denen der Abfluß des Wassers nach beiden großen Becken tatsächlich stattfindet. Es wurde dabei noch festgesetzt, den Änderungen, die an dieser Linie durch Menschenhand angebracht sein sollten, keine Rechnung zu tragen.

Gelegentlich der Festlegung der Grenze im Gletschergebiete stieß jedoch die Anwendung dieser Definition überall dort, wo nicht auch gleichzeitig den Gletscher durchdringendes felsiges Terrain vorhanden war, neuerlich auf Schwierig-

Der Grenzzug verläuft sohin (Beilage, Tafel 1) bei der Dreiländerecke an der Schweizergrenze (Grenzzeichen a-1, Seehöhe 2181 m) im Westen beginnend und nach Überquerung des Reschenpasses (1450 m) zunächst über die höchsten Erhebungen und Gletscher der

Ötztaler Alpen (Weißseespitze 3532 m, Weißkügel 3736 m, Finailspitze 3513 m, Similaungebiet 3602 m, Hintere Schwärze 3624 m, Hohe Wilde 3479 m, Hinterer Seelenkogel 3469 m, Hoher First 3403 m), der

Stubai er Alpen (Schwarzwandspitze 3354 m, Sonklarspitze 3471 m, Wilder Pfaff 3454 m, Gebiet des Wilden Freiger 3419 m), des

Tuxer Gebietes (Hohe Wand 3287 m), der

Zillertaler Alpen (Hochfeiler 3510 m, Gr. Mösele 3479 m, Turnerkamp 3415 m, Schwarzenstein 3370 m, Gr. Löffler 3378 m, Rauchkofl 3250 m), der

Hohen Tauern (Dreiherrnspitze 3499 m, Rötspitze 3495 m) und der

Rieserfernergruppe (Nördl. Hochgall, 3354 m).

Die Grenze übersetzt dann die Drau (1113 m) zwischen Winnbach (italienisch) und Sillian (österreichisch), um dem Kamme der Karnischen Alpen (Helm 2433 m, Gr. Kinigat 2689 m, Steinkaarspitz 2524 m, Torkarl 2573 m, Hohe Warte 2780 m, Trogkofelgebiet 2279 m, Osternig 2052 m) zu folgen, und endigt im Osten, nach dem Überschreiten der Gailitz (Seehöhe 608 m) südlich der Stadt und des Bahnhofes von Thörl, an der Dreiländerecke der österreichisch-italienisch-jugoslawischen Grenze, auf dem Punkte Peč—Ofen (Grenzzeichen p-519, Seehöhe 1510 m).

Abschließend folgt daraus noch, daß die zirka 420 km lange Grenze in einer Ausdehnung von 400 km fast immer in einer

keiten, sowohl wegen der Veränderlichkeit des Gletschers selbst, als auch wegen der Unsicherheit, aus der Form des Gletschers auf das darunterliegende feste Terrain zu schließen.

Die Kommission entschloß sich (Sitz.-Prot. 76, Mai 1922), nach Einholung von Fakultätsgutachten (der geographischen Institute der Universitäten Wien und Innsbruck), in jenen Fällen, in denen die wasserscheidende Linie nicht durch das den Gletscher durchdringende Gestein in einwandfreier Weise erkennbar sein sollte, die Grenze zwischen den zutage tretenden Felsen geradlinig oder, bei gegenseitigen Kompensationen, nach einer deutlich ausgesprochenen Linie zu führen.

Seehöhe über 2000 m und davon 100 km über 3200 m verläuft, womit hinreichend die technischen Schwierigkeiten der Grenzaufnahme wie auch die außerordentlichen Anforderungen, die dabei an das geodätische Vermessungspersonal im Hinblick auf dessen physische Leistungsfähigkeit gestellt werden mußten, gekennzeichnet sein dürften.

Grenzregelungsausschuß (-kommission). Die Festsetzung der Grenze im Terrain oblag dem aus je einem Delegierten²⁾ der alliierten Mächte (Frankreich, England, Japan) sowie der interessierten Mächte (Österreich, Italien) gebildeten internationalen Grenzregelungsausschusse (-kommission), dessen erste Sitzung am 29. Juli 1920 in Paris stattfand.

Der Ausschuß verlegte dann seinen Sitz in das Gebiet der Grenzzone, um dortselbst (Mitte August 1920) die Arbeiten einzuleiten, die Ende Dezember 1924 ihren Abschluß fanden.

In dem Bestreben, die Grenzregelungsarbeiten zu beschleunigen, entschloß sich die Kommission, dieselben gleichzeitig an mehreren Stellen in Angriff zu nehmen, zu welchem Zwecke die Grenzzone in drei Abschnitte — A, B, C — eingeteilt wurde, die insgesamt wieder zwölf Unterabschnitte (a, b, c, d, e, f, g, h, k, m, n, p) umfassen.

Für die Durchführung der Grenzregelungsarbeiten waren maßgebend die dem Staatsvertrage angeschlossenen „Instruktionen³⁾ für die Grenzregelungsausschüsse vom 22. Juli 1920“; sie sehen eine doppelte Versicherung der Grenze vor: eine materielle — durch die Vermarkung —, und eine numerisch-graphische — durch eine technische Aufnahme.

Für erstere Aufgabe (d. i.: Festsetzung der Grenzlinie und der Lage der Grenzzeichen im Terrain, Kontrolle der richtigen Vermarkung, Verfassung der Grenzbeschreibung) wurden in jedem Abschnitte zwei Unterkommissäre²⁾ (ein österreichi-

²⁾ Zu Delegierten und Unterkommissären wurden höhere Offiziere nominiert; die **technischen** Adjoints sowie das übrige **technische** Personal wurden seitens Österreichs dem Offiziers- und Beamtenstande des ehemaligen Militärgeographischen Instituts, beziehungsweise dem Stande der Evidenzhaltungen des Grundsteuerkatasters (beide Ämter später vereinigt im **Bundesamte für Eich- und Vermessungswesen**), seitens Italiens dem Stande des Militärgeographischen Instituts, entnommen.

³⁾ Instructions relatives aux Commissions de délimitation. (Approuvées par la Conférence des ambassadeurs dans la séance du 22 juillet 1920.)

scher und ein italienischer) bestellt, während die verantwortliche Leitung der gesamten technischen Arbeiten in den Händen der einen integrierenden Bestandteil des Grenzregelungsausschusses bildenden technischen Adjoints²⁾ (ein österreichischer, zwei italienische) lag.

Grenzzeichen. Die verwendeten Grenzzeichen sind ihrer Form nach von dreierlei Art: besondere Grenzzeichen, Prismen und Platten; während erstere nur an Stellen großen Verkehrs errichtet wurden, richtete sich die Verwendung der letzteren lediglich nach den örtlichen Verhältnissen im Hinblick auf die leichtere Anbringung und Möglichkeit des Antransportes.

Hinsichtlich ihrer geodätischen Wichtigkeit wurden die Grenzzeichen in Hauptgrenzzeichen (gegenseitige Entfernung zirka 2—4 km) und die zwischen ihnen liegenden Nebengrenzzeichen unterschieden.

Auf jedem Grenzzeichen sind angebracht:

die Buchstaben Ö und I (Österreich, Italien),

die Zahl 1920 (Jahr der Ratifikation des Friedensvertrages),

Weiser mit der ungefähren Richtung zu den Nachbargrenzzeichen,

der Merkbuchstabe (Buchstabe des Unterabschnittes)

und die Nummer (in jedem Unterabschnitte von West nach Ost fortlaufend).

Die technische Aufnahme der Grenzlinie.

Technische Enddokumente. Im Sinne der bereits erwähnten Instruktionen⁴⁾ beschloß die Kommission⁵⁾ über den Grenzverlauf nachstehende Enddokumente technischer Natur zu verfassen:

⁴⁾ « Instructions » : C. Documents à fournir par les Commissions en fin de travail de délimitation.

1° Une carte d'ensemble à grande échelle portant, en trait fin et continu, le tracé de la frontière et les emplacements des bornes internationales avec leurs numéros et lettres repères, accompagnée d'une description complète de la frontière, de borne à borne;

2° Les documents assurant le repérage des bornes.

⁵⁾ Sitzungsprotokoll 2 vom 21. Juli 1920, Abschnitt 3: La ligne frontière sera arrêtée sur les deux documents suivants:

I. Das Koordinatenverzeichnis der Grenzzeichen,

und zwar waren festzulegen:

- a) jedes Hauptgrenzzeichen durch seine geographische Position und seine Seehöhe,
- b) jedes Nebengrenzzeichen durch ebene, rechtwinkelige Koordinaten, bezogen auf die Tangente an den Meridian und Parallel des (im Sinne der Numerierung West—Ost) unmittelbar vorhergehenden Hauptgrenzzeichens.

II. Eine Karte größeren Maßstabes (1 : 25.000),

in welcher der Verlauf der Grenzlinie sowie die Lage der Grenzzeichen (samt Merkbuchstaben und Nummer) ersichtlich zu machen sind.

Hiezu trat später der Kommissionsbeschluß,⁶⁾ die Grenze auch

III. Im Systeme des Katasters

darzustellen, welche Aufnahme als eine interne Angelegenheit der beiden interessierten Staaten behandelt wurde.

Allgemeiner Arbeitsvorgang. Um die für diese Enddokumente erforderlichen Angaben zu gewinnen, erwies es sich als unerlässlich, vorerst die im Grenzgebiete mangelnden geodätischen und topographischen Grundlagen für die eigentliche Grenzaufnahme zu schaffen, zu welchem Zwecke jeder der beiden interessierten Staaten auf eigenem Gebiete⁷⁾ eine

a) Cahier des coordonnées (géographiques, au moins pour les points principaux) de tous les points d'intersection de la ligne polygonale formée par la réunion entre eux de tous les points choisis pour former la ligne frontière.

b) Reproduction du tracé de la ligne frontière sur une carte à grande échelle (25.000^e) où chaque borne sera indiquée avec son numéro d'ordre.

Vermarkungsprogramm ddo. 29. Oktober 1920. Seite 3:

A. pour les bornes principales : au moyen de coordonnées géographiques.

B. pour les bornes secondaires : par des coordonnées rectangulaires par rapport à un grand système d'axes passant par la borne principale précédente (immédiatement à l'Ouest), ces axes étant parallèles au méridien et au parallèle...

⁶⁾ Sitzungsprotokoll 49 vom 21. Juli 1921. Dans les cas indispensables, une carte à l'échelle du cadastre autrichien sera dressée. Partout où un tracé polygonal sera relevé, les lectures indispensables au rattachement de la ligne polygonale au cadastre seront faites par les topographes de la Commission.

⁷⁾ Der Bau der an der Grenzlinie liegenden Trigonometrie wurde auf beide interessierten Staaten aufgeteilt.

selbständige Triangulierung und topographische Aufnahme durchführte.⁸⁾

Die Topographen hatten dabei außer der auf ihrem Staatsgebiete liegenden Zone von ungefähr 1 km Tiefe noch einen die Grenze auf 100 m übergreifenden Streifen, den „engeren Grenzstreifen“, aufzunehmen, in welchen gleichzeitig auch die bereits vermarkt vorgefundenen Grenzzeichen einzutragen waren.

Die geodätische Aufnahme der Haupt- und Nebengrenzzeichen erfolgte durch gemeinsam arbeitende Parteien beider Staaten (Polygonzugspartien).

Die Eintragung der Grenzlinie in die von den Topographen gelieferte Kopie des gemeinsam ausgeglichenen, engeren Grenzstreifens oblag den Unterkommissären, unter Zuziehung der seitens Österreichs oder Italiens hiezu bestellten Topographen, während die Eintragung der gelegentlich der Aufnahme des Grenzstreifens noch nicht bestimmten Grenzzeichen, nach deren Vermarkung, anderweitigen Topographen (österreichischen oder italienischen) zugewiesen wurde.

Die Einzelheiten dieser Aufnahmen sind in den bezüglichen Abschnitten eingehend behandelt.

Zeitliche Arbeitsfolge. Von der bei technischen Aufnahmen gebräuchlichen Arbeitsfolge, das wäre:

1. vorerst Bau der Signale und Bestimmung des geodätischen Netzes längs der ganzen Grenze,
2. Detailvermessung (Polygonale- und Katasteraufnahme) und schließlich
3. topographische Aufnahme,

mußte aus verschiedenen Gründen Abstand genommen werden.

Diese Gründe lagen vor allem in der Notwendigkeit, den in verschiedenen Abschnitten der Grenze gleichzeitig ihre Tätigkeit beginnenden Unterkommissären ehestens die nötigen topographischen Grundlagen zur Verfügung stellen zu können, sowie in der Rücksichtnahme auf möglichste Ökonomie an Zeit und

⁸⁾ Die Ursachen für die getrennte Aufnahme lagen vorzüglich in der Verschiedenheit der geodätischen Netze, Projektions-, Rechnungs- und Darstellungsmethoden, dann in dem Umstande, daß die italienische Delegation bei Beginn der Arbeiten mit dem vollständigen Apparate zur Aufnahme bereit stand, während Österreich seine Arbeitspartien nur aufeinanderfolgend — in der vollen Stärke erst 1921 — einsetzen konnte.

Mitteln, was nur durch ein Ineinandergreifen der einzelnen technischen Arbeiten zu erreichen war.

Um obigen Bedingungen zu entsprechen, hatte man sich hinsichtlich der zeitlichen Folge der Arbeiten seitens Österreichs für die nachstehende Methode entschieden, welche der Hauptsache nach auch von Italien eingehalten wurde.

Bei Beginn der Grenzarbeiten (August 1920) wurde das gesamte technische Personal zum Bau der Signale für das geodätische Netz herangezogen, und zwar vornehmlich in jenen Unterabschnitten, in welchen die Unterkommissäre mit ihrer Tätigkeit begannen, d. i. in den Zonen bei Nauders, Brenner und Sillian, um dort ehestens mit der Triangulierung einsetzen zu können.

Der Ausbau des geodätischen Netzes in diesen Zonen wurde Ende 1920 erreicht.

Im Jahre 1921 begann ein Teil der Geodäten mit der Beobachtung in dem bereits ausgebauten Teile, während das übrige Personal weiter zum Ausbau des Netzes verwendet wurde, um darin gegenüber den Arbeiten der Unterkommissäre einen entsprechenden Vorsprung zu gewinnen.

Dieser Vorsprung war im allgemeinen im August 1921 erreicht, von welchem Zeitpunkte an der weitere Signalbau den Geodäten allein überlassen wurde.

Von da an setzen für Österreich die topographischen Aufnahmen ein.

Auch in der Folge mußten die geodätischen und topographischen Arbeitspartien ohne Rücksicht auf die Kontinuität ihrer Aufnahme vorzüglich dort eingeteilt werden, wo es die jeweilige Tätigkeit der Unterkommissäre erforderte.

Mit Beginn der definitiven Vermarkung (Herbst 1921) wurden sogleich die ersten Polygonzugspartien zur Aufnahme der Haupt- und Nebengrenzzeichen eingesetzt und die Zahl derselben mit dem Fortschreiten der Vermarkung entsprechend erhöht; sie führten ihre Aufnahme ohne Rücksicht darauf durch, ob in den betreffenden Zonen die geodätische Bestimmung der trigonometrischen Signale bereits vorgenommen war.

Durch diese Methode und die im vorigen Abschnitte erwähnte Teilung der Arbeit zwischen den interessierten Staaten war es möglich, mit der Beendigung der Vermarkung (Ende September 1923) auch gleichzeitig die Bestimmung des geo-

dätischen Netzes, die Aufnahme der Haupt- und Nebengrenzzeichen, die topographische Karte und die Eintragung der Grenzlinie in dieselbe sowie die Aufnahmen zur Darstellung der Linie im Systeme des Katasters zum Abschlusse zu bringen.⁹⁾

Wenn auch der von der Kommission unbedingt angestrebte Zweck: rascheste und gleichzeitige Beendigung sämtlicher technischer Arbeiten, erreicht war, so stellten sich doch der praktischen Durchführung wesentliche Hindernisse entgegen.

So konnte

1. das Triangulierungsnetz, infolge der Rücksichtnahme auf die Erfordernisse der Unterkommissäre, nicht in seiner Gesamtheit, sondern nur in mehreren, vorerst nicht zusammenhängenden Gruppen beobachtet und ausgeglichen werden, die dann später, bei Abschluß der Triangulierung, zu verbinden waren.

Da weiters

2. die polygonalen und topographischen Aufnahmen zu einer Zeit einsetzten, in welcher die Triangulierungsergebnisse noch nicht vorlagen, mußten einerseits die endgültigen Berechnungen und Vergleiche der Koordinaten der Grenzzeichen auf den Zeitpunkt der Publikation des geodätischen Operates verlegt, anderseits Teile der topographischen Aufnahme auf veraltete geodätische und kartographische Grundlagen aufgebaut und dann später einer neuerlichen Revision hinsichtlich der Kotierung unterzogen werden.

Da überdies zu Beginn der topographischen Arbeiten vielfach die künftige Lage der Grenzlinie nicht bekannt war und sich fallweise ergab, daß die wirkliche Linie außerhalb des aufgenommenen Streifens fiel, erwiesen sich in diesen Stellen neuerliche topographische Aufnahmen als unerläßlich.

Zusammensetzung und Anzahl der Arbeitspartien. Die Zusammensetzung der österreichischen¹⁰⁾ geo-

⁹⁾ Unter Zugrundelegung der bei Grenzfürungen im Hochgebirge gemachten Erfahrungen (z. B. Bayern-Tirol, 33 km in den Jahren 1900—1902, siehe Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1903) hätte sich für die Vermarkung und Aufnahme der zirka 420 km langen österreichisch-italienischen Grenze andernfalls eine Zeitspanne von 40 Jahren ergeben.

¹⁰⁾ Die italienischen geodätischen und topographischen Parteien waren (bis auf den Umstand, daß sie statt der Zivilhandlanger Soldaten und einige Tragtiere zur Verfügung hatten) gleich wie die österreichischen Parteien organisiert.

dätischen und topographischen Arbeitspartien sowie jene der gemeinsamen Polygonzugspartien ist aus nachstehender Übersicht zu entnehmen:

Partie	Ver- messungs- organ		Rechner		Mindestzahl an Zivil- handlangern	Soldaten	Tragtier- führer	Tragtiere (von Italien beigestellt)
	ö	i	ö	i	ö	i	i	
geodätische	1		1		5			
topographische	1				3			
gemeinsame Poly- gonzugspartie	1	1		1	3	3	1—2	2—3

Die Zahl der österreichischen Arbeitspartien war in den verschiedenen Aufnahmejahren ungleich; sie stieg von sechs Parteien (drei geodätischen, drei topographischen) im Jahre 1920 bis auf 25 Parteien (vier geodätischen, sieben topographischen, zwölf Polygonzugspartien) im Jahre 1923.¹¹⁾

I. Geodätische Aufnahmen.

A. Triangulierung.

a) Vorhandene geodätische Operate.

1. Für die zwecks Verfassung des Grenzoperates durchzuführende Grenzvermessung kamen nachstehende Triangulierungen des ehemaligen k. u. k. Militärgeographischen Instituts (Wien) als Grundlagen in Betracht:

In Tirol und Salzburg (Piz Lat — Pfannspitze).

a) Triangulierungen niederer Ordnung aus den Jahren 1907, 1908 und 1909, bezogen auf ein Dreiecksnetz I. Ordnung vom Jahre 1905.

b) Triangulierungen niederer Ordnung aus den Jahren 1910/11, basiert auf ein Dreiecksnetz I. Ordnung vom Jahre 1910/11.

Diese Triangulierungen jüngeren Datums fallen vorzüglich auf gegenwärtig italienisches Gebiet und reichen bis zur neuen Grenze heran, da die durch die Kriegereignisse unter-

¹¹⁾ Die Zahl der italienischen Parteien erreichte im Durchschnitt die Zahl der österreichischen Parteien.

brochene Neuaufnahme Österreichs nordwärts bis zum Kamme der Zentralalpen gediehen war.

Auf das jetzige österreichische Gebiet greifen nur die Triangulierungen vom Jahre 1907 und 1910/11 über, und zwar: erstere in schmaler Breite (Piz Lat—Glockturm) bei Nauders, letztere im Raume Rötspitze—Sillian; in der zwischen denselben liegenden österreichischen Zone fehlte dagegen ein neueres Netz niederer Ordnung. Die dort vorliegenden Aufnahmen stammten aus den Jahren 1852 und 1853 und konnten daher, als veraltet, für die Grenzvermessung nicht herangezogen werden.

In Kärnten (Pfannspitze—Peč [Ofen]).

c) Triangulierungen niederer Ordnung (ohne Netz höherer Ordnung und orientiert auf Grund von Katasteroperaten) aus den Jahren 1896—1901.

2. Die erwähnten Triangulierungen jüngeren Datums waren für die Bedürfnisse der neuen, im Jahre 1896 einsetzenden militärischen Landesaufnahme (der vierten) in Angriff genommen worden.

Zur Zeit dieser Aufnahme war jedoch die Veröffentlichung des endgültig ausgeglichenen Netzes I. Ordnung der ehemaligen Monarchie nur bis zur westlichen Begrenzungslinie Staffberg—Ankogel—Reißrachkopf gediehen.¹²⁾

Zur Orientierung der westlich dieser Linie, im Raume Peč bis Piz Lat gelegenen und unter a), b), c) angeführten Triangulierungen niederer Ordnung mußten daher seinerzeit entweder, wohl streng ausgeglichene, jedoch als provisorisch anzusehende Netze I. Ordnung (Netz 1905 und 1910/11) gerechnet oder die Katastertriangulierung als Grundlage herangezogen werden.

Die endgültige Berechnung des provisorischen Teiles des Dreiecksnetzes I. Ordnung der Landesvermessung Österreichs konnte erst nach Bestimmung neuer Netzpunkte I. Ordnung in Kärnten und nach der Publikation dieser Triangulierung für Gradmessungszwecke¹³⁾ in Angriff genommen wer-

¹²⁾ Ergebnisse der Triangulierungen des k. u. k. Militärgeographischen Instituts, Band I, Wien 1901.

¹³⁾ Astronomisch-geodätische Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Instituts, Band XXIII, vom Jahre 1915.

den. Diese Berechnung war im Jahre 1921 beendet und lag demnach bei Kommissionsbeginn noch nicht vor.

3. Die geodätischen Daten der vorhandenen Triangulierungsnetze wurden der italienischen Delegation im Sinne des Staatsvertrages von St. Germain (II. Teil, Artikel 31) vom liquidierenden Militärgeographischen Institute im März 1920 übermittelt.

Da der überwiegend größere Teil der für Italien in Betracht kommenden Triangulierungen niederer Ordnung auf das Dreiecksnetz I. Ordnung vom Jahre 1905 bezogen ist, war dasselbe seitens dieses Staates als einheitliche Basis für die auf seinem Gebiete liegenden Triangulierungen österreichischer Herkunft gewählt worden.

Die auf altitalienischem Gebiete, d. i. jenseits der Linie Pfannspitze—Peč (Ofen), vorhandenen Triangulierungen bezogen sich auf das geodätische Netz I. Ordnung Italiens.

In Ermanglung einer Publikation des endgültigen Netzes I. Ordnung und in der Erwägung, daß das Netz I. Ordnung vom Jahre 1905, im Gegensatze zu jenem vom Jahre 1910/11, das gesamte Grenzgebiet umfaßt, sowie mit Rücksicht auf die Vereinfachung der gegenseitigen Kontrollen bei Einheitlichkeit der Netze, wurde das Netz I. Ordnung vom Jahre 1905 auch seitens Österreich als Basis für die Aufnahmearbeiten angenommen.

In dieses Netz wurden dann sämtliche nicht darauf bezogene Triangulierungen (1896—1901, 1910, 1911) umgerechnet und auf diese Weise erreicht, daß für das Grenzgebiet nur mehr zwei Netze I. Ordnung — das österreichische (Ausgleich vom Jahre 1905) und das fundamentale italienische — in Betracht kamen; beiden Netzen sind die Erddimensionen von Bessel zugrunde gelegt. (Beilage, Tafel 2.)

4. Das österreichische Netz I. Ordnung vom Jahre 1905 ist in vier Partialgruppen und bei festem Anschlusse an die Linie Staffberg—Ankogel—Reißbrachkopf des bereits (Erg. Triang., k. u. k. Militärgeogr. Inst., Bd. I, 1901), feststehenden Netzes ausgeglichen worden und ist dadurch auf dem trigonometrischen Punkte Hermannskogel bei Wien geographisch orientiert.

Die Polhöhe dieses Punktes wurde 1892 astronomisch bestimmt und

$$\varphi = 48^{\circ} 16' 15'' 29$$

gefunden.

Die Länge wurde auf Grund der für Gradmessungszwecke ausgeführten Längenunterschiedsbestimmungen vom Meridian von Ferro abgeleitet und mit

$$\lambda = 33^{\circ} 57' 41'' 06$$

angenommen.

Das Azimut der Richtung nach dem Punkte Hundsheimerberg bei Hainburg wurde gleichfalls 1892 bestimmt und

$$\alpha = 107^{\circ} 31' 41'' 70$$

(von Nord über Ost) gefunden.

Das Dreiecksnetz I. Ordnung Italiens¹⁴⁾ (nördlich des Parallels von Rom) ist auf dem Mt. Mario bei Rom geographisch orientiert.

Die Polhöhe dieses Punktes wurde im Jahre 1905 astronomisch mit

$$\varphi = 41^{\circ} 55' 25'' 529$$

bestimmt.

Für die Länge wurde

$$\omega = 0^{\circ}$$

angenommen.

Das Azimut der Ausgangsseite Mt. Mario—Mt. Soratte ist:

$$\alpha = 6^{\circ} 35' 00'' 97.$$

Die geodätische Beziehung beider Netze wurde an der denselben gemeinsamen Seite I. Ordnung Birkenkoff—Mt. Peralba hergestellt.

Der trigonometrische Punkt Mt. Peralba gehörte schon ursprünglich beiden Dreiecksnetzen an, während der trigonometrische Punkt Birkenkoff erst auf Grund der von Italien durchgeführten Beobachtungen auf den Punkten I. Ordnung: Mt. Peralba, Antelao, Marmolata und Birkenkoff, in das italienische Dreiecksnetz einbezogen werden konnte.

Die Gegenüberstellung der österreichischen und italienischen Werte ergibt:

	Italien. Wert I	Österr. Wert Ö	Differenz I—Ö
Seite Birkenkoff—Mt. Peralba	4.554 7008	4.554 6751	+ 257
Azimut Mt. Peralba—Birkenkoff	279° 11' 45" 57	279° 11' 58" 36	— 12" 79
Azimut Birkenkoff—Mt. Peralba	98 51 33 84	98 51 46 70	— 12" 86
Geograph. Breite Birkenkoff	46 40 48 814	46 40 50 474	— 1" 660
Geograph. Breite Mt. Peralba	46 37 46 531	46 37 48 131	— 1" 600
Geograph. Länge Birkenkoff	— 0 11 42 486	29 55 27 342	— 30° 07' 09" 828
Geograph. Länge Mt. Peralba	+ 0 16 03 726	30 23 13 454	— 30° 07' 09" 728

Die oben angeführten Differenzen der beiderseitigen geodätischen Werte stammen der Hauptsache nach aus der durch die Lotabweichung

¹⁴⁾ Cfr. *Latitudine Astronomica del punto trigonometrico di M. Mario in Roma determinata negli anni 1904—1905*, Bologna 1909.

Cfr. *Azimut assoluto del segnale trig. di M. Soratte sull'orizzonte di M. Mario determinato negli anni 1898, 1904, 1906, e 1909*, Bologna 1909.

bedingten Verschiedenheit in der Orientierung (Polhöhe und astronomisches Azimut) beider Netze in den bezüglichen Ausgangspunkten: Hermannskogel (Wien) und Mt. Mario (Rom).

Die Umformung der auf italienischer Seite liegenden Punkte höherer Ordnung des österreichischen Netzes in das Dreiecksnetz Italiens erfolgte — ausgehend von den italienischen Werten der Seite Birkenkoff—Mt. Peralba — durch Berechnung der in Betracht kommenden Dreiecke mit den aus dem österreichischen Ausgleiche stammenden Dreieckswinkeln.

5. Die Seehöhen der österreichischen Punkte beziehen sich auf das Mittelwasser der Adria beim Flutmesser am Molo Sartorio in Triest; die Höhen der italienischen Punkte auf das Mittelwasser von Genua, welches um $0.08\text{ m}^{15)}$ tiefer als jenes von Venedig liegt.

Die Beziehung der Mittelwasserhöhen von Triest und Venedig ist durch den bei Pontafel bewirkten Anschluß des Nivellements hoher Präzision beider Staaten gegeben.

Aus der Gegenüberstellung der diesbezüglichen Höhenwerte ¹⁶⁾ geht hervor:

Österreichische		Italienische Höhenangabe, bezogen auf das Mittelwasser von Venedig I	Österreichische Höhenangabe, bezogen auf das Mittelwasser von Triest Ö	Differenz I—Ö m
Linie	und fortlaufende Nummer			
4	213 Stationsgebäude Pontafel	569.1968	569.0804	+ 0.1164
	214 Fellabrücke	566.0194	565.9048	+ 0.1146
	215 Pontebba, Gemeindeamt	561.8731	561.7575	+ 0.1156
	Mittel			+ 0.1155

Der Unterschied der Mittelwasserhöhen Triest—Genua beträgt demnach zirka 0.20 m .

b) Grenztriangulierung.

1. Das Studium der bei Beginn der Grenzregelungsarbeiten vorliegenden Triangulierungsergebnisse ergab für Österreich die Notwendigkeit, in jenen Grenzgebieten Tirols und Salzburgs, in welchen ein neueres Netz niederer Ordnung über-

¹⁵⁾ Opera di L. De-Stefani. Sulla determinazione altrimetrica dei punti trigonometrici compresi nell'alta regione Veneta Orientale, Roma 1891.

¹⁶⁾ Entnommen einer Mitteilung der italienischen Delegation und der Publikation „Die Ergebnisse des Präzisionsnivellements in der österreichisch-ungarischen Monarchie, Westlicher Teil, k. u. k. Militärgeographisches Institut, Wien 1897.“

haupt fehlte, ferner in Kärnten, wo nur eine geringfügige Zahl ehemaliger trigonometrischer Punkte aufgefunden wurde — (dessen jetzige Grenzzone war Kriegsschauplatz) —, durch eine Neutriangulierung die mangelnden geodätischen Grundlagen zu schaffen; das dabei in Betracht kommende Gebiet umfaßt ungefähr sechs Achtel des gesamten Grenzbereiches.

Die in dem restlichen Teile der Grenzzone vorhandenen Triangulierungen (1907 und 1910/11) wurden zur Grenzvermessung herangezogen, mußten aber wegen der verloren gegangenen trigonometrischen Punkte überprüft und überdies verdichtet werden.

Italien hatte aus den gleichen, für Kärnten angeführten Gründen südlich dessen Grenze eine neue Triangulierung vorzunehmen; in den übrigen ehemals österreichischen Gebieten genügte die Überprüfung und Verdichtung der vorhandenen österreichischen Triangulierungen.

Diese für die Grenzregelungszwecke durchgeführte österreichische (bezw. italienische) Triangulierung niederer Ordnung wurde in der Weise in Angriff genommen, daß, ausgehend von den der Grenze zunächst liegenden Netzknoten I. Ordnung bis zu dieser, ein Netz II. Ordnung geschaffen wurde. Letzteres wurde sodann im engeren Bereiche der Grenze durch Punkte III. und IV. Ordnung entsprechend verdichtet.

In das auf die oberwähnte Weise geschaffene Triangulierungsnetz wurden dann die Hauptgrenzzeichen¹⁷⁾ als weitere Punkte IV. Ordnung eingelegt.

Die Triangulierung, welche sich auch auf sämtliche an der Grenze befindlichen trigonometrischen Punkte zu erstrecken hatte, wurde, wie bereits erwähnt, von beiden Staaten getrennt durchgeführt.

2. Zur Signalisierung der trigonometrischen Punkte wurden seitens Österreichs im allgemeinen drei-, bezw. vierseitige Holzpyramiden verwendet, deren Höhe je nach der Ordnung des Punktes 3—5 m betrug; an ihre Stelle traten auf schwer zugänglichen Hochpunkten einfache Stangensignale.

Die Vermarkung erfolgte bei allen Punkten, bei welchen sie nicht durch besondere Objekte (Turm, künstliche Bauten) gegeben ist, sowohl ober- wie unterirdisch.

¹⁷⁾ Bezw. auch Nebengrenzzeichen, deren Bestimmung infolge der Terrainverhältnisse durch die polygonale Methode nicht möglich war.

In der folgenden Übersicht erscheint die Zahl der von den österreichischen Arbeitspartien gebauten trigonometrischen Signale nachgewiesen:

Im Jahre	Unter 2000 m	Von 2000 bis 2500 m	Von 2500 bis 3000 m	Über 3000 m	Zusammen
1920	10	33	34	10	87
1921	47	50	47	88	232
1922	2	2	6	13	23
1923	1	2	5	5	13
Summe	60	87	92	116	355

Für die Beobachtung des Netzes standen durchwegs Schraubenmikroskop-Theodolite mit sexagesimaler Kreisteilung zur Verfügung.¹⁸⁾

Die Bestimmung der Punkte erfolgte auf Grund der Methode der „Richtungsmessungen mit Verstellung des Kreises“ und wurden bei horizontalen Richtungen II. Ordnung mindestens sechs bis acht Sätze, bei jenen III. und IV. Ordnung vier, bzw. drei Sätze gemessen; für die Höhenbestimmung wurde die Beobachtung von zwei bis drei Sätzen als ausreichend angenommen.

Im österreichischen Netze wurden 275 Stationen¹⁹⁾ beobachtet, in welcher Summe mehrfache Beobachtungen auf einem und demselben trigonometrischen Punkte nur als eine einzige Station ausgewiesen erscheinen; sie verteilen sich, nach Seehöhen geordnet, wie folgt:

im Jahre	unter 2000 m	von 2000 bis 2500 m	von 2500 bis 3000 m	über 3000 m	Zusammen
1920	—	—	—	—	—
1921	39	46	42	22	149
1922	10	10	22	43	85
1923	25	8	5	3	41
Summe	74	64	69	68	275

¹⁸⁾ Für die Ablesung am Horizontalkreis hatten alle Instrumente Mikroskope mit Doppelsekundenangabe. Die Ablesung am Vertikalkreis erfolgte bei den Instrumenten der Firmen: Neuhöfer & Sohn durch Nonien mit 10 Sekundenangabe; Starke & Kammerer durch Mikroskope mit Doppelsekundenangabe; Süß, durch Schätzmikroskope mit 6-Sekunden-Angabe.

¹⁹⁾ Zur Bestimmung des italienischen Netzes wurden seitens Italiens gegen 200 Stationen beobachtet.

3. Für die Berechnung der trigonometrischen Punkte wurde seitens Österreichs das System der rechtwinkligen konformen (Gauß'schen) Koordinaten angenommen.

In Betracht kommen drei Meridianstreifen mit dem Hauptmeridian bei 28° , bezw. $29^{\circ} 30'$ und $30^{\circ} 30'$, die mit Rücksicht auf die bereits vorliegenden Triangulierungssysteme und unter Bedachtnahme auf eine möglichst geringe Verzerrung der Seiten in den Polygonzügen gewählt wurden.

Die Ausgleichung der ebenen Koordinaten erfolgte nach Art des „Ausgleichs vermittelnder Beobachtungen“ und die Bestimmung der geographischen Positionen aus den rechtwinklig konformen Koordinaten auf Grund der durch die konforme Projektionsmethode fest umschriebenen Formeln für 2° breite Meridianstreifen.

Das italienische technische Amt verwendete für die Einschaltung der Punkte II. bis IV. Ordnung in das Netz I. Ordnung die Resultate der Winkelmessung zweier Dreiecke mit gemeinsamer Seite; die Zahl der überschüssigen Beobachtungen und damit der Bedingungsgleichungen im Dreiecksausgleich richtete sich nach der Ordnung des betreffenden Punktes.

Die Bestimmung der Trigonometrie des Raumes Piz Lat—Pfannspitze erfolgte seitens Italiens, da die Umrechnung des österreichischen Netzes I. Ordnung in das italienische Netz verhältnismäßig spät vorlag, vorerst im Systeme der österreichischen Triangulierung, im Raume Pfannspitze—Peč (Ofen) dagegen unmittelbar im italienischen Netze.

4. Der Kontrolle wegen wurden die beiderseits errechneten geographischen Positionen der zunächst der Grenze gelegenen, beiden Netzen gemeinsamen trigonometrischen Punkte verglichen.

Für den Raum Piz Lat—Pfannspitze wurde die Kontrolle an Hand der von Italien im österreichischen Netze errechneten Werte durchgeführt. Die Koordinaten der Grenztrigonometrie dieser Zone wurden als richtig angesehen, wenn der Unterschied der beiderseitigen Werte, sowohl in Länge als in Breite, gegenüber dem Mittel derselben $\frac{1}{100}''$ nicht überstieg.

Für den Raum Pfannspitze—Peč war ein unmittelbarer Vergleich auf Grund des österreichischen Netzes nicht durch-

föhrbar; um jedoch auch hier die M6glichkeit einer Überpröfung zu besitzen, wurde die bekannte Beziehung der beiderseitigen Netze I. Ordnung als Vergleichsbasis herangezogen.

5. An österreicherischen Nivellements hoher Präzision lagen im Grenzgebiete vor:

- die Linie Drautal—Pustertal (Spittal—Franzensfeste),
 „ „ Eisacktal—Silltal (Bozen—Franzensfeste—Innsbruck),
 „ „ Etschtal—Inntal (Bozen—Reschenscheideck—Landeck).²⁰⁾

Das trigonometrische Höhennetz der österreicherischen Triangulierung wurde bei Nauders, Brenner, Sillian und Arnoldstein an diese Nivellementsschleifen angeschlossen.

Die Berechnung der Höhenunterschiede der trigonometrischen Punkte erfolgte im allgemeinen durch Ausgleichung der auf Grund gegenseitiger Zenithdistanzen gebildeten und an gegebene Höhenkoten angeschlossenen Höhenschleifen; jene der übrigen Punkte punktweise.

Als Refraktionskoeffizient

$$\frac{1-K}{2\rho}$$

wurde dabei ein der mittleren Höhenlage der einzelnen Gebiete entsprechender konstanter Wert angenommen.

Für das österreicherische Alpengebiet wurde seinerzeit vom ehemaligen k. u. k. Militärgeographischen Institute auf Grund der in verschiedenen Seehöhen vorgenommenen Beobachtungen empirisch

$$K = 0.1470 - 0.0080 \frac{H}{100}$$

(H = mittlere Seehöhe des Aufnahmegebietes) gefunden.²¹⁾

Das österreicherische und das italienische Höhennetz beziehen sich, wie bereits erwähnt, praktisch genommen, auf denselben mittleren Meeresstand; auch die Überpröfung der gegenseitigen Höhenlage beider Netze durch mehrfach ausgeführte Zenithbeobachtungen lieferte dasselbe Ergebnis.

²⁰⁾ Publiziert unter den Liniennummern 24, 31, 25, 33, 35, in „Die Ergebnisse des Präzisionsnivellements, Wien 1897“.

²¹⁾ Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Instituts, Band IV, Seite 113.

Italien übernahm aus diesem Grunde die Seehöhen der Punkte I. und II. Ordnung des ehemals österreichischen Gebietes ungeändert in das italienische Höhennetz.

Die Höhenkoten der zunächst der Grenze gelegenen trigonometrischen Punkte wurden gegenseitig überprüft und dann als richtig befunden, wenn der Unterschied der beiderseitigen Werte gegen das Mittel derselben 0'30 m nicht überstieg.

Für die Berechnung der Höhennetze wurden die Seehöhen dieser Trigonometrierpunkte beiderseits ungeändert belassen; in die gemeinsam zu verfassende topographische Karte mußten jedoch, der Einheitlichkeit der Kotierung wegen, ihre Mittel als gemeinsame Kote aufgenommen werden.

6. Die Ergebnisse der Triangulierungen beider interessierter Staaten wurden in nachstehenden Werken veröffentlicht:

„Österreichisch-italienischer Grenzregelungsausschuß. Ergebnisse der für die Zwecke der Grenzvermessung durchgeführten österreichischen Triangulierung, Bd. I (samt Beilagenheft), Bd. II, Bozen 1924“,

„Triangolazione italiana per le operazioni di confine della frontiera Italo-Austriaca, Bolzano 1924“.

B. Bestimmung der Haupt- und Nebengrenzzeichen.²²⁾

a) Hauptgrenzzeichen.

Alle Hauptgrenzzeichen wurden als trigonometrische Punkte IV. Ordnung des geodätischen Netzes durch Triangulation bestimmt.

Die Beobachtung²³⁾ derselben erfolgte durch gemeinsam arbeitende Partien in der Weise, daß sowohl vom österreichischen wie italienischen Vermessungsorgane je eine Hälfte der horizontalen, bezw. vertikalen Richtungssätze (zwei von Öster-

²²⁾ Für den österreichischen Arbeitsvorgang waren die Normen der „Instruktion zur Ausführung der trigonometrischen und polygonometrischen Vermessungen des Grundsteuerkatasters, Wien 1900“ maßgebend.

²³⁾ Für die Aufnahmen standen vorzüglich österreichische Instrumente mit sexagesimaler Kreisteilung in Verwendung (Schätzmikroskop-Theodolite der Firmen Neuhöfer & Sohn, bezw. Starke & Kammerer; Mikroskopablesung 6'' am Horizontalkreise, Nonienablesung 20'' am Vertikalkreise), deren Zahl fallweise durch Beistellung von Schraubenmikroskop-Theodoliten ergänzt wurde.

reich, zwei von Italien) gemessen wurde. Auf Grund der so erhaltenen (und gegenseitig in den Feldmanualien bestätigten) Mittel der Richtungswerte wurden von jedem Hauptgrenzzeichen bestimmt: die geographische Position, die Seehöhe und die Seiten (horizontal und Luftlinie) zum folgenden Grenzzeichen.

Die Berechnung derselben erfolgte von jedem der beiden Staaten im eigenen geodätischen Netze nach den bei der „Triangulierung“ erwähnten Grundsätzen; die beiderseits errechneten Ergebnisse sind demnach aus den dort angegebenen Gründen ungleich.

Die **Kontrolle** der Werte der Hauptgrenzzeichen ergab sich vorerst: durch Feststellung der vollkommenen Gleichheit der im Terrain durchgeführten Messungen, dann weiters:

a) Hinsichtlich der Koordinaten:

Im Raume Piz Lat bis Pfannspitze (Vanscuro), wo ursprünglich kein italienisches Netz bestand:

Durch Gegenüberstellung der seitens beider Staaten im österreichischen Netze bestimmten geographischen Koordinaten; dieselben wurden als richtig angesehen, wenn der Unterschied der beiderseits errechneten Werte, sowohl in Länge als in Breite, gegenüber dem Mittel derselben $\frac{1}{100}''$ nicht überstieg, was einem linearen Abstände von zirka $\pm 0'35\text{m}$ entspricht.

Im Raume Pfannspitze bis Peč, wo bei Beginn der Vermarkungsarbeiten bereits das bis zur Grenze verlängerte italienische Netz und damit für dasselbe Grenzzeichen einerseits der auf das österreichische, anderseits nur der auf das italienische Netz bezogene Wert vorlag:

Durch Heranziehung der bekannten Beziehung zwischen beiden Netzen.

Die Koordinaten wurden als richtig angesehen, wenn der Unterschied zwischen den österreichischen und italienischen Werten, bis auf eine Toleranz von $\frac{1}{100}''$; derselbe war wie der Unterschied der entsprechenden Koordinaten des dem Grenzzeichen zunächst liegenden und beiden Netzen gemeinsamen trigonometrischen Punktes.

β) Hinsichtlich der Seehöhen (längs der ganzen Grenze):

Durch Untersuchung des Unterschiedes der beiderseits errechneten Werte gegenüber dem Mittel derselben, der $0'30\text{m}$

nicht übersteigen durfte; das Mittel wurde dann, da sich die Höhenwerte beider Staaten praktisch auf dasselbe Meeresniveau beziehen,²⁴⁾ als endgültige Kote der gemeinsamen Aufnahme angenommen.

Insgesamt wurden 164 Hauptgrenzzeichen bestimmt, und zwar, nach Seehöhen geordnet:

Abschnitt	unter 2000 m	von 2000 bis 2500 m	von 2500 bis 3000 m	über 3000 m	Zusammen
A	4	6	9	20	39
B	8	18	23	19	68
C	25	17	15	—	57
Summe	37	41	47	39	164

b) Nebengrenzzeichen.

Bei der Bestimmung der (fallweise bis auf wenige Meter) nahe aufeinanderfolgenden Nebengrenzzeichen wurde der polygonalen Aufnahmemethode, als der rascheren und genaueren, gegenüber der Triangulierung der Vorzug gegeben und diese überall dort angewendet, wo es die Terrainverhältnisse gestatten.²⁵⁾

Für die triangulatorische Bestimmung der Nebengrenzzeichen gelten dieselben Grundsätze wie für die Aufnahme der Hauptgrenzzeichen, nur kam für dieselben vorzüglich die Methode des Rückwärtseinschneidens in Betracht.

Die polygonalen Aufnahmen erfolgten, wie bereits erwähnt, durch gemeinsam arbeitende Partien,²⁶⁾ die Berechnungen (mit den Mitteln der Messungsergebnisse), jedoch ge-

²⁴⁾ Siehe „Triangulierung“.

²⁵⁾ Die Strecken wurden mit dem Stahlmeßbande (bezw. Meßlatte), auf direktem Wege gemessen. Bei Überwindung von steilen Hängen, Spalten und Gräben wurde jedoch mit sehr gutem Erfolge ein mittels einer Federwage unter bestimmter Spannung (zirka 10 kg) gehaltener und über Gestelle geführter, langer Stahldraht verwendet, dessen Durchbiegung für die verschiedenen Distanzen praktisch ermittelt wurde.

²⁶⁾ An Instrumenten standen zur Verfügung: Von Österreich: Schätzmikroskop-Theodolite wie bei den Aufnahmen der Hauptgrenzzeichen, dann Universalinstrumente mit Nonien am Horizontal- und Vertikalkreise (30'' Ablesung). Sämtliche Instrumente haben eine sexagesimale Teilung. Von Italien: Tachymeter (Salmoiraghi) mit sexagesimaler Teilung, bezw. (Cleps) mit centesimaler Teilung.

trennt, im Netze des betreffenden Staates und nach den für denselben geltenden Vorschriften.²⁷⁾)

Die österreichischen Rechenarbeiten zur Verfassung des Enddokumentes waren:

a) die Beziehung der im konformen Systeme gegebenen Koordinaten auf die Tangenten an Meridian und Parallel im vorhergehenden Hauptgrennzeichen, bei Berücksichtigung der durch die konforme Projektion bedingten Verzerrung der Seiten;

β) die Berechnung der Koten (bloß für die topographische Karte) und der Seitenlängen zwischen den Grennzeichen.

Die italienischen und österreichischen Werte der Koordinaten und Seitenlängen sind im allgemeinen verschieden. Diese Differenzen finden ihre Begründung in den Unterschieden, die zwischen den geodätischen Netzen Österreichs und Italiens — den Grundlagen der polygonalen Arbeiten — bestehen.

Die gegenseitige Kontrolle ergab sich

1. durch Feststellung der vollkommenen Gleichheit der im Terrain vorgenommenen Messungen,

2. durch Vergleich der errechneten Werte, deren Differenzen den zwischen beiden geodätischen Netzen bestehenden Unterschieden entsprechen mußten.

Mittels der polygonalen Methode wurden 1603 Nebengrennzeichen bestimmt, deren Seehöhen im allgemeinen zwischen 1000 m und 2500 m liegen, und trigonometrisch 226 Nebengrennzeichen, deren Seehöhen im Mittel den Seehöhen der Hauptgrennzeichen entsprechen.

Die Gesamtzahl der aufgenommenen Grennzeichen beträgt demnach:

Hauptgrennzeichen	164
Nebengrennzeichen trigonometrisch bestimmt	226
„ durch die polygonale Methode	1603
		Insgesamt Grennzeichen 1993

C. Katasteraufnahme.

Im Laufe der technischen Arbeiten ergab sich überall dort, wo die Staatsgrenze über Kulturboden verläuft, die Not-

²⁷⁾ Instruktion für Polygonal- (Theodolit-) Vermessungen, Wien 1900.

wendigkeit, den Grenzverlauf zwischen den Grenzzeichen in einem größeren Maßstabe als 1 : 25.000 darzustellen.

Diese Erweiterung der technischen Arbeiten auf dem Felde bedurfte keines besonderen Zeitaufwandes, denn sie ging Hand in Hand mit der polygonalen Aufnahme der Nebengrenzzeichen vor sich.

Die Mehrarbeit bestand nur darin, die Brechungspunkte der Grenze zwischen den Grenzsteinen durch Ordinaten in bezug auf die Verbindungslinie zweier Polygonpunkte festzulegen.

Bei gekrümmter Grenzlinie wurden die aufzunehmenden Punkte derselben derart dicht gewählt, daß die Pfeilhöhe des Grenzlinienbogens in bezug auf die Gerade zwischen denselben kleiner als 1 m war.

Gleichzeitig mit den Brechungspunkten wurde auch beiderseits der Grenze (in einem 50—200 m tiefen Streifen) die „Adjazenz“ (versteinte Eigentumsgrenzen, Gebäude mit gemauertem Fundament etc. etc.) aufgenommen.²⁸⁾

Die Aufnahmen wurden von den Vermessungsorganen beider Staaten gemeinsam durchgeführt, so daß die vollkommene Gleichheit der Messungsergebnisse und Feldskizzen gewährleistet ist.

Für die kartographische Darstellung des so gemessenen Grenzzuges wurde österreichischerseits der Maßstab 1 : 2880 gewählt. Es war dafür der Umstand maßgebend, daß in Österreich bereits Mappen in diesem Maßstabe für die Zwecke des Grundsteuerkatasters vorlagen, so daß die durch die Grenzvermessung gewonnene Kartierung im Systeme des Katasters unmittelbar auch für die seinerzeitige Berichtigung der Katastermappen verwendet werden kann.

Italien übernahm für das ehemals österreichische Gebiet den österreichischen Kataster 1 : 2880 als Grundlage,²⁹⁾ in den übrigen Teilen der Grenze den italienischen Kataster 1 : 2000.

²⁸⁾ Der österreichische Aufnahmavorgang ist durch die „Instruktion für Polygonal-(Theodolit-)Vermessungen“ geregelt. Die italienische Vorschrift „Raccolta delle Disposizioni di Massima relative al riordinamento dell'Imposte Fondiaria anno 1889“ stimmt mit derselben in den Grundzügen überein.

²⁹⁾ Mit Ausnahme des Kanaltales, in dem noch der Napoleonische Kataster vorlag.

Die Übereinstimmung der von den Technikern aufgenommenen Linie mit der von den Unterkommissären beschriebenen wurde seitens der letzteren überprüft und bestätigt.

Die im Systeme der militärischen Landesaufnahme ermittelten geographischen Koordinaten der Trigonometrie und Hauptgrenzzeichen können nicht unmittelbar in das System der ebenen, rechtwinkligen Katasterkoordinaten umgerechnet werden, da beiden Systemen verschiedene Triangulierungen und Projektionsmethoden zugrunde liegen.

Katasterkoordinatenursprung für Tirol ist der südliche Turm der Pfarrkirche von Innsbruck:

$$\varphi = 47^{\circ} 16' 14'' 10$$

$$\lambda = 29^{\circ} 3' 25'' 90,$$

jener für Kärnten, der trigonometrische Punkt Krimberg südlich Laibach

$$\varphi = 45^{\circ} 55' 43'' 75$$

$$\lambda = 32^{\circ} 8' 18'' 71$$

Die Katasterkoordinaten beziehen sich auf den durch den Ursprung gehenden Meridian und den senkrecht darauf stehenden größten Erdkreis.

Um die nötigen Umformungskonstanten vorerst für die Einbeziehung der Hauptgrenzzeichen in den Kataster zu gewinnen, wurde die Beziehung zwischen den geographischen Positionen der beiden Systemen (Grenzvermessung und Kataster) gemeinsamen und zweifellos identen Trigonometrie hergestellt; zu diesem Zwecke mußten die ebenen Katasterkoordinaten dieser Trigonometrie vermittle der Soldner'schen Formeln in geographische Positionen umgewandelt werden.

Der Vergleich ihrer geographischen Positionen in beiden Systemen lieferte die Korrekturen, welche an die durch die Grenzvermessung gegebenen geographischen Koordinaten der Hauptgrenzzeichen anzubringen sind, um diese Koordinaten im Katastersysteme und damit auch, wieder durch die Soldner'schen Formeln, ebene Katasterkoordinaten zu erhalten.

Auf Grund dieser Katasterkoordinaten der Hauptgrenzzeichen wurden nun die Polygonzüge im Katastersysteme berechnet.

Die so erhaltenen Koordinaten der Grenzzeichen, Polygonpunkte und sonstiger für das Detail des Grenzuges nötigen

Punkte wurden nach Vergleich derselben mit den italienischen Werten mit dem Koordinatographen auf die Blätter im Maßstabe 1:2880 (bezw. auch 1:2000) aufgetragen, dann in denselben das Detail des Grenzzuges zwischen Stein und Stein an Hand der im Felde gewonnenen Skizzen ersichtlich gemacht und letzteres neuerdings gegenseitig überprüft.

Im Besitze beider Staaten verblieb je ein Exemplar dieser Mappenblätter.

Insgesamt wurden zirka 145 km, d. i. ein Drittel der Länge des Grenzzuges, katastermäßig aufgenommen.

II. Topographische Aufnahmen.

Vorhandenes Planmaterial. Im Sinne der bereits erwähnten „Instruktionen“ sollen die Pläne 1:25.000 die Grundlagen für das topographische Enddokument der Kommission bilden.

An solchen Plänen lagen seitens **Österreichs** vor:

Im Gebiete Schweizer Grenze—Sillian, und zwar vorwiegend in dem Italien zufallenden Teile des Grenzraumes:

Aufnahmen aus den Jahren 1909—1914, (IV. militärische Landesaufnahme);

hingegen in dem bei Österreich verbliebenen Raume:

Aufnahmen (1887—1889), die vornehmlich aus der III. Epoche der militärischen Landesaufnahme stammten.

Im Gebiete Sillian—Peč (Ofen):

Pläne der Aufnahmejahre 1899—1903 (IV. militärische Landesaufnahme).

Hiezu kommen noch die Pläne **Italiens** auf altitalienischem Gebiete aus den Jahren 1891, 1899 und 1913.

Wenngleich allen österreichischen Plänen eine numerische Triangulierung der Fixpunkte und der reduzierte Kataster zugrunde lag, war der Wert dieser Pläne ein verschiedener, denn die Pläne 1:25.000 der IV. (letzten) Aufnahmeperiode waren unter Anwendung modernster Aufnahmemethoden und einem größeren Aufwande an Zeit, Personal und Mitteln als jene der III. Landesaufnahme hergestellt worden.

Nichtsdestoweniger entsprach keine der beiden Aufnahmen — für die italienische Karte gilt im allgemeinen dasselbe — den Anforderungen der Grenzvermessung, denn der Zweck derselben war vornehmlich der, die Grundlage für die Herstellung von Karten größeren Maßstabes (Spezialkarte 1:75.000) zu bilden, weshalb sie nicht jenes Detail hinsichtlich der Terrainformen aufweisen, das für die Führung des Grenzuges in der Karte erforderlich ist.

Die Kommission beschloß überdies, der Deutlichkeit der Darstellung der Grenze wegen, die österreichische Karte, die eine Schraffenkarte ist, in eine Schichtenkarte umzuwandeln.

Um das vorhandene Planmaterial den gestellten Anforderungen anzupassen, wäre daher im Prinzip eine gründliche Revision desselben notwendig gewesen.

Diese Revision hätte sich einerseits auf die Evidentstellung des Gerippes, anderseits auf die Umarbeitung der Terrainformen in der kartographischen Darstellung zu erstrecken gehabt.

Die technischen Leiter beider interessierten Delegationen hatten demnach vor allem zu entscheiden, ob mit der Revision der Pläne im vorstehenden Sinne das Auslangen gefunden werden könne.

Gelegentlich der Rekognoszierungen des Terrains beim Ausbaue des geodätischen Netzes wurde die Erfahrung gemacht, daß im allgemeinen in den Räumen der III. Landesaufnahme eine vollständige Neuaufnahme der bloßen Kartenrevision vorzuziehen sei, letztere jedoch in den Räumen der IV. Landesaufnahme — bis auf die Grenzkämme, die ganz neu aufzunehmen wären — genüge.

Aufnahmemethode. Wie oben erwähnt, ließ jeder der beiden interessierten Staaten durch seine Topographen auf eigenem Gebiete einen Streifen von ungefähr 1 km Tiefe aufnehmen, der über die Grenzlinie in das Nachbargebiet auf 100 m übergreifen hatte. Da die Kommission beiden Staaten den Arbeitsvorgang anheimgestellt hatte, arbeitete jeder Topograph im Zeichenschlüssel seines Landes.³⁰⁾

³⁰⁾ Für topographische Arbeiten ist in Österreich die „Instruktion für die militärische Landesaufnahme, E-44 a, II. Teil, K. u. k. Militärgeographisches Institut, Wien 1908“ normiert. Diese Instruktion sieht an Ausrüstung und Instru-

Außer den normalen Methoden der graphischen Triangulierung wurde noch die Tachymetrie und das Verfahren der sogenannten graphischen Polygonzüge angewendet; von photogrammetrischen Aufnahmen wurde jedoch, mit Rücksicht auf die geringe Breite des Grenzstreifens, Abstand genommen.

An Schichtenlinien kamen zur Darstellung: 100 m-Schichten stets, ebenso 20 m-Schichten (außer bei übermäßig starken Böschungen und in Felsen, wo eine Darstellung derselben nicht mehr tunlich ist), 5 m-Schichten bei flacheren Partien³¹⁾ sowie beim Vorhandensein von Formendetails zwischen zwei 20 m-Schichten, insbesondere im Verlaufe des Grenzuges.

Um eine gleichartige Grundlage für die Karte 1 : 25.000 zu schaffen, wurden die den beiderseitigen Aufnahmen gemeinsamen 200 m breiten, engeren Grenzstreifen hinsichtlich der Lage der Grenzzeichen,³²⁾ der Schichten, Koten, Namen und des Gerippes überprüft und die festgestellte Übereinstimmung von den Topographen beider Staaten bestätigt.

Zur Verfassung der Endkarte wurde dann die eigene Terrainaufnahme durch die jenseits der Grenze liegende und in den eigenen Zeichenschlüssel umgearbeitete Aufnahme des anderen Staates zu einem Gesamtstreifen von durchschnittlich 2 km Breite ergänzt.

Als Format dieser Zeichenunterlagen (Blaudruck) wurde, wie für die Blätter der Endkarte, die Sektion der österreichischen Aufnahmenvorschrift, d. i. eine Blattgröße von $7\frac{1}{2}^1$ der geographischen Breite und 15^1 der geographischen Länge gewählt.

Nach Zeichnung des Gerippes und Terrains, der Beschreibung mit Namen, Koten, den Merkbuchstaben und Nummern

menten vor: a) einen Detaillierapparat (Meßtisch samt Bussole, Perspektivlineal, Diopterlineal und Distanzpikiervorrichtung); b) ein Höhen- und Distanzmeßinstrument Modell 1896. Das Instrument dient zur trigonometrischen Höhenmessung, für tachymetrische Höhen- und Distanzmessung sowie als Nivellierinstrument, besitzt jedoch keinen Horizontalkreis.

³¹⁾ In Gletschern und Schneefeldern wurden nur die 100 m- und, wo nötig, die 20 m-Schichten gegeben, zur Hebung der Plastik jedoch Formenlinien (Horizontale) eingeschaltet.

³²⁾ Hinsichtlich der Eintragung der Grenzlinie siehe Einleitung, „Allgemeiner Arbeitsvorgang“.

der Grenzsteine und der Eintragung der Lage der Grenzsteine und Grenzlinie wurden die Arbeiten einer gegenseitigen Revision durch die technischen Ämter beider Staaten unterzogen, worauf sie der Drucklegung zugeführt werden konnten.

Außer der Aufnahme 1 : 25.000 wurde noch eine Reihe weiterer Arbeiten in anderen Maßstäben durchgeführt. Zweck derselben war:

1. die Schaffung von Detailplänen in jenen Fällen, in welchen die Absteckung der Wasserscheide durch die Unterkommissäre infolge komplizierter Terrainverhältnisse nur auf Grund detaillierter Aufnahmen möglich war,

2. die Schaffung von Aufnahmen größerer Maßstäbe für jene Grenzgebiete, in welchen infolge detaillierten Terrains eine derart dichte Vermarkung platzgreifen mußte, daß deren topographische Darstellung im Maßstabe 1 : 25.000 ein unklares Bild geliefert hätte,³³⁾

3. die Herstellung von zahlreichen Skizzen als Beilagen zu den Elaboraten der Unterkommissäre. (Grenzbeschreibung.)

III. Äußere Form und archivmäßige Behandlung der Enddokumente.

Die Ergebnisse der numerischen Aufnahme der Grenzzeichen wurde seitens der beiden interessierten Staaten in einem einzigen, in drei Sprachen verfaßten Werke: „Cahier des coordonnées des bornes, Elenco delle coordinate dei cippi, Verzeichnis der Koordinaten der Grenzzeichen, Bolzano-Bozen 1924,“ niedergelegt.

Die Anordnung des Inhaltes ist aus nachstehendem Muster zu entnehmen:

³³⁾ Es wurden aufgenommen: Im Maßstabe 1 : 5000: a) (gemeinsam) das Gebiet des Bartolosattels (zu Pkt. 1). — b) (von Österreich) Plöckenpaß, Klopaierspitze, Kl. Pal, Gr. Pal, Kapin; (von Italien) Piz Timau, Freikofmulde, Stallersattel, Klammljoch, Sandjoch (zu Pkt. 2). — Im Maßstabe 1 : 2500: a) (von Österreich) Situation der Grenze bei Sillian; b) (von Italien) Naßfeld, Pfitscherjoch, Giramondopaß, Landshuterhütte, Wolayapaß (zu Pkt. 2). — Im Maßstabe 1 : 1000: (von österreichischen und italienischen Organen gemeinsam) der Brennerpaß (zu Pkt. 1), dann Nivellements (gemeinsam) der drei Sättel des Giramondopasses (zu Pkt. 1).

Bornes principales	Coordonnées géographiques des bornes principales Coordinate geografiche dei cippi principali Geographische Koordinaten der Hauptgrenzzeichen		Altitude de la surface supérieure de la borne repère au dessus du niveau de la mer Altezza sul livello del mare riferita alla sommità del cippo Seehöhe bezogen auf die obere Fläche des Grenzzeichens	S Longueur du côté Lunghezza del lato Scite		Coordonnées rectangulaires Coordinate rettangolari Rechtwinkelige Koordinaten	
Cippi principali	Italiennes Italiane Italienische	Autrichiennes Austriache Österreichische	m	Italien	Autrichien Austriaco	X	Y
Cippi secondari	Italiennes Italiane Italienische	Autrichiennes Austriache Österreichische	m	X	Y	X	Y
n-112	46° 37' 39".088 + 0° 23' 05".516	46° 37' 40".674 30° 30' 15".208	2165.56	20.51	20.52	0.00	0.00
n-113				74.12	74.12	+ 19.03	- 7.64
n-114				1399.40	1399.44	- 5.31	- 77.65
n-115	46° 36' 51".619 + 0° 22' 56".855	46° 36' 53".206 30° 30' 06".589				- 184.27	- 1465.52
						- 184.37	- 1465.58

Die Ergebnisse der graphischen Aufnahme 1:25.000 wurden hingegen, von beiden interessierten Staaten getrennt, in je einem Album — 16 Blätter 1:25.000 und ein Übersichtsblatt 1:400.000 — vereinigt.

(Die Aufnahmen in den übrigen Maßstäben sind entweder den Blättern 1:25.000 beigedruckt oder dem Album als eigene Beiblätter angeschlossen.)

Beide Albums unterscheiden sich nur hinsichtlich der Namen (deutsch, bzw. italienisch) und des Zeichenschlüssels, sind dagegen bezüglich des Gerippes, der Grenzlinie, der Koten und Terrainformen vollkommen gleichlautend.³⁴⁾

Die beigezeichnete österreichische Karte (Beilage, Tafel 3) zeigt die Art der Darstellung der Grenzlinie für den Teil des Grenzgebietes zwischen den Grenzzahlen 13-g bis 18-g.

Das Koordinatenverzeichnis, die Grenzalbums und die Publikationen der Triangulierungen wurden in Paris, Rom und Wien den Regierungen der betreffenden Staaten übergeben.

Die Mappenblätter der Katasteraufnahme³⁵⁾ und die bezüglichen Katasterkoordinatenverzeichnisse sowie die übrigen Originalaufnahmesoperte erliegen:

für Österreich: im Bundesamte für Eich- und Vermessungswesen in Wien,

für Italien: im Militärgeographischen Institute in Florenz.

Schlußbetrachtung.

Es wurde versucht, in den obigen Ausführungen eine Darstellung der technischen Aufnahme zu geben und so den Leser instand zu setzen, sich ein Urteil über Art und Umfang derselben zu bilden; dem Zwecke des Aufsatzes entsprechend, mußte es jedoch versagt bleiben, auch die diplomatischen Fragen zu behandeln.

Durch die diplomatische und technische Lösung der Grenzfragen erscheint somit die Grenze in der im Staatsvertrage formulierten Weise festgelegt.

³⁴⁾ Die österreichische und die italienische Karte enthalten überdies gleichlautend: die den Netzen I. Ordnung beider Staaten entsprechende Gradeinteilung, Übersetzungen der an der Grenze vorkommenden Namen, den für die Grenzdarstellung geltenden gemeinsamen Zeichenschlüssel und die Namen der österreichischen und italienischen Vermessungsorgane.

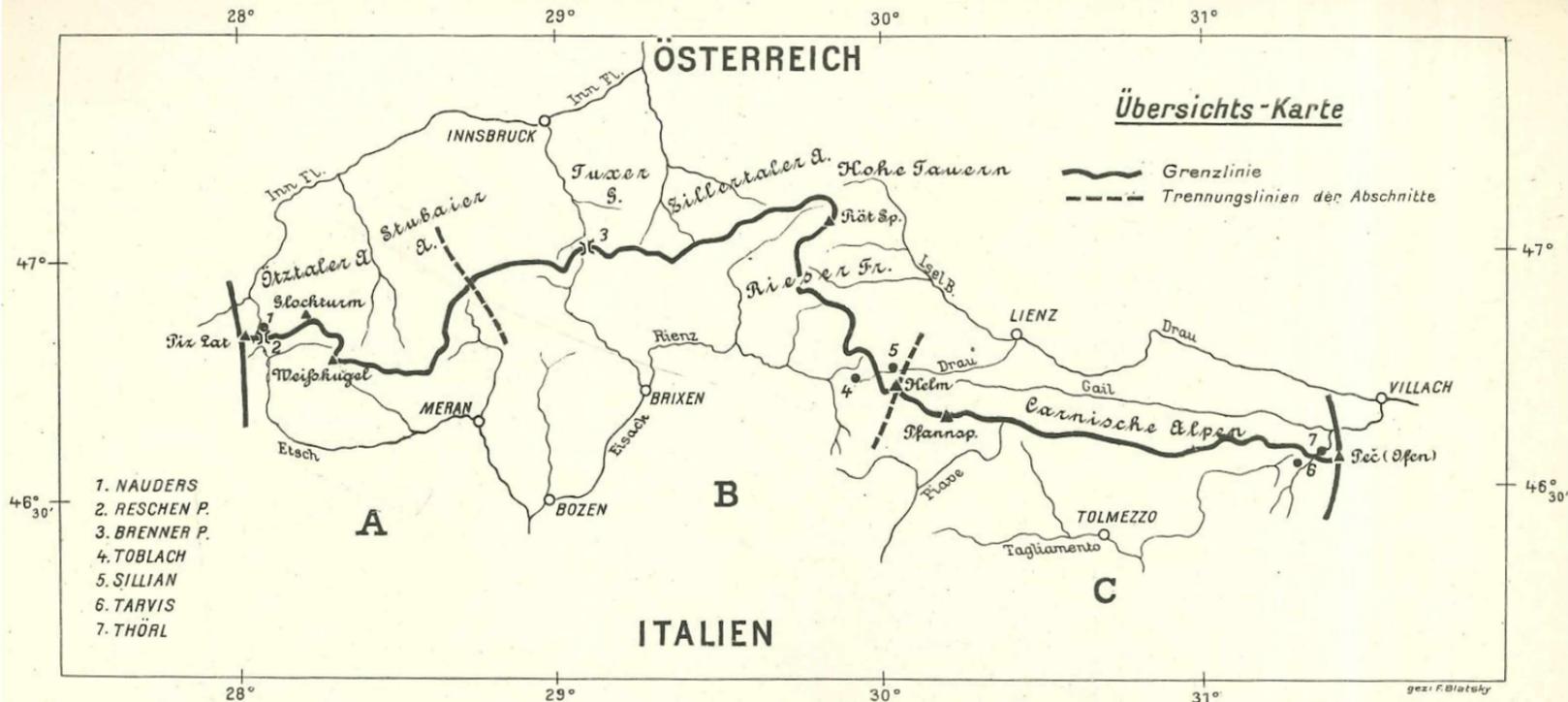
³⁵⁾ 100 Blätter für Österreich, bzw. 120 Blätter für Italien.

Dies verkünden auch die Inschriften des Grenzzeichens am Brennerpasse; sie lauten:

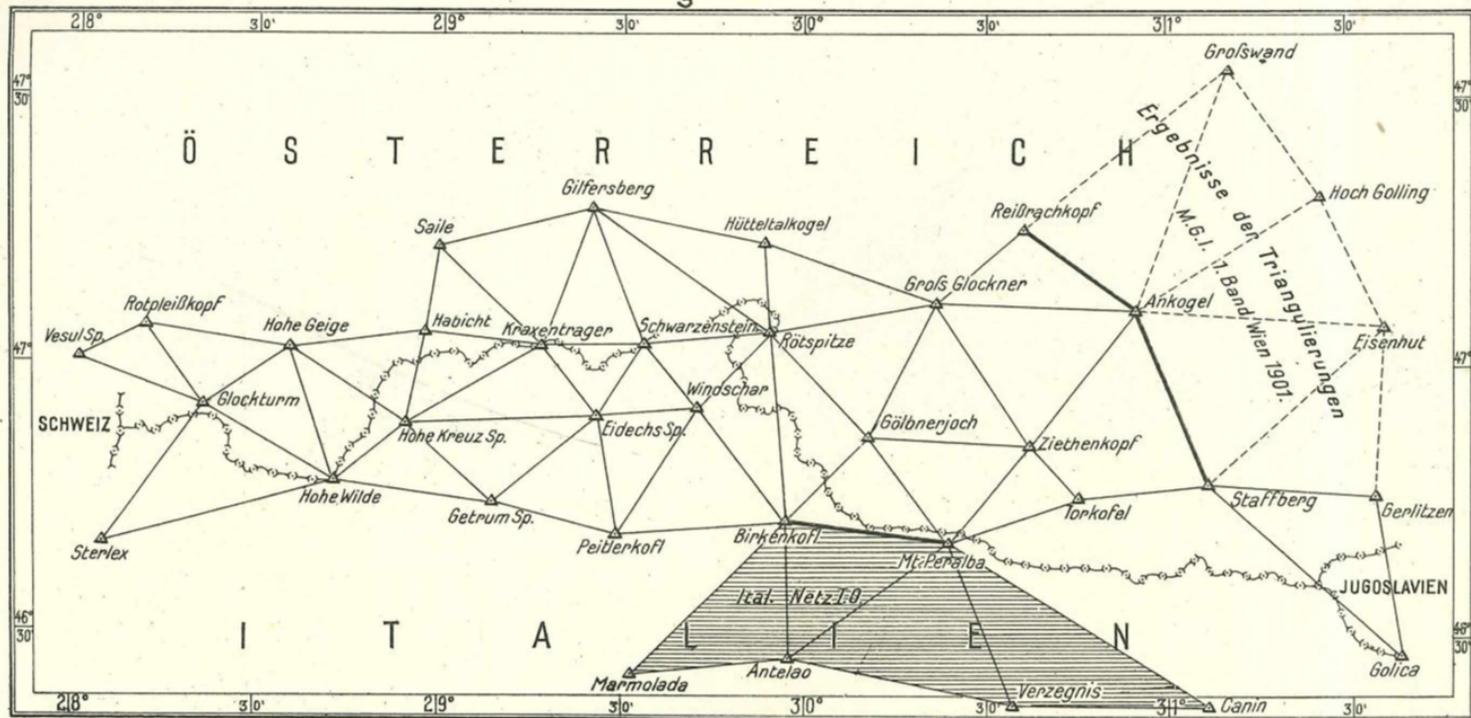
Auf der Südseite des Zeichens unter dem Namen: Italia
„Hucusque audita est vox tua Roma parens“

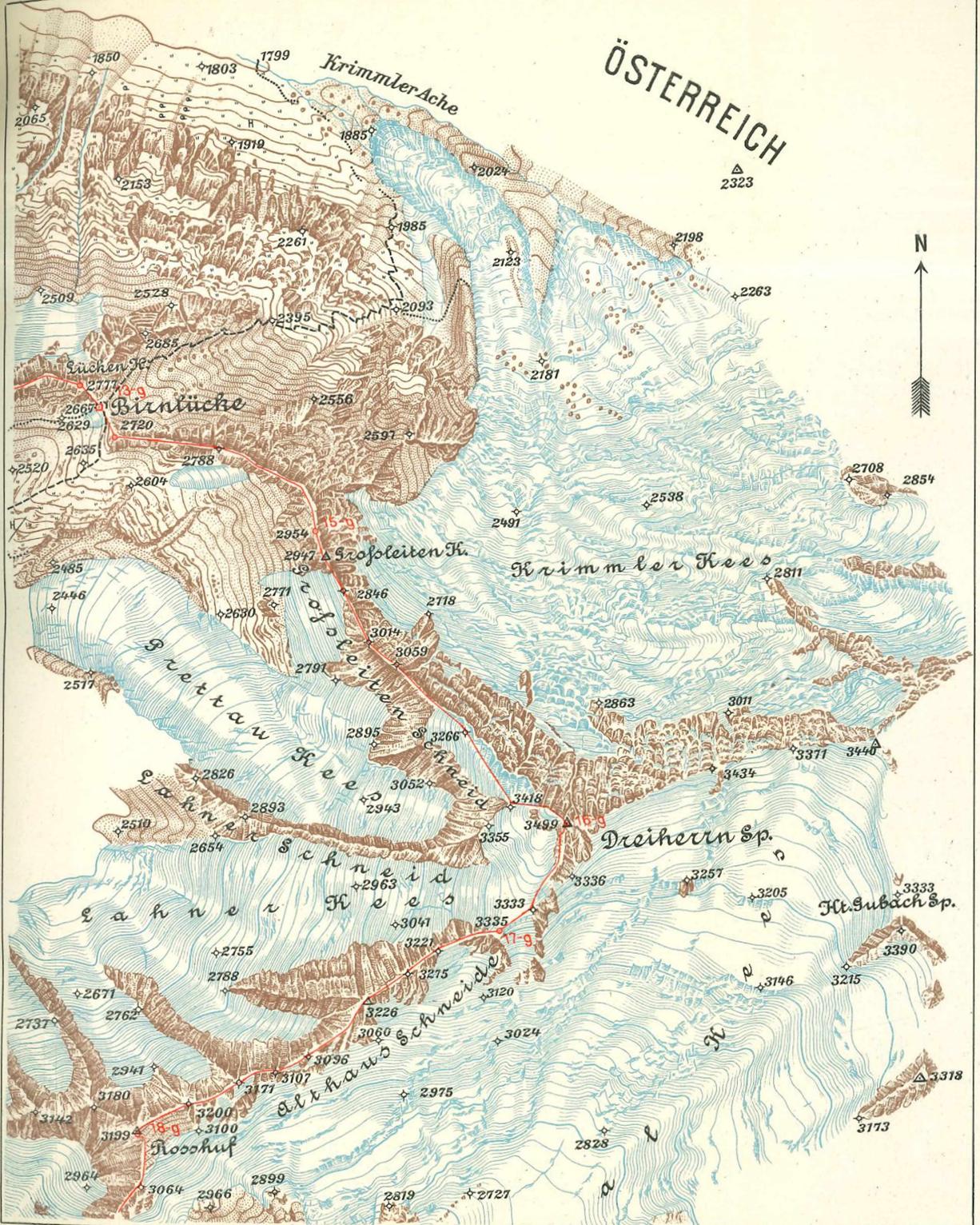
und auf österreichischer Seite unter dem Namen: Austria
„Fontes sejungo, consocio populos“.

Wien, im April 1925.



Netzausgleich 1905





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [68](#)

Autor(en)/Author(s): Potyka Hugo

Artikel/Article: [Die geodätische Aufnahme der neuen österreichisch-italienischen Grenze. 73-102](#)