

# BERICHT ÜBER DIE IN DEN JAHREN 1847—1851

AUSGEFÜHRTE VERBINDUNG

## DER ÖSTERREICHISCHEN UND RUSSISCHEN LANDESVERMESSUNG.

VON KARL VON LITTRÖW,

CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(TAFEL XX—XXII)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XVI. DECEMBER MDCCCLII.)

Am 24. August 1847 wurde zu Tarnograd zwischen Sr. Excellenz Herrn Generalleutenant von Tenner, Chef der Triangulation des Königreiches Polen, und Herrn Oberst Marieni, Triangulirungs-Director in dem unter der obersten Leitung Sr. Excellenz des Herrn Feldmarschall-Lieutenants von Skribanek stehenden k. k. geographischen Militär-Institute zu Wien, für die geodätische Verbindung von Österreich mit Russland eine Convention abgeschlossen, deren 4. und 7. Artikel lautet wie folgt:

### Article 4.

#### *Résultats géodésiques et astronomiques pour les jonctions.*

Pour les jonctions géodésiques seront fournis du côté russe et du côté autrichien les résultats suivants, pour être comparés ensemble:

- a) Les angles observés, l'excès sphérique et les erreurs des observations des triangles, leurs angles sphériques et plans.
- b) Les côtés des triangles en toises du Pérou à 13 degrés de Réaumur.

Les bases, qui servent aux calculs de ces triangles, sont réduites au niveau de la mer, par conséquent les chiffres, donnés réciproquement pour les côtés des triangles, peuvent être immédiatement comparés ensemble.

- c) Les hauteurs au-dessus de la surface de la mer des points trigonométriques. Du côté russe ces déterminations se rapporteront à la mer Baltique, du côté autrichien à la mer Adriatique.
- d) Les azimuts des côtés de triangles, calculés des points astronomiques les plus proches.
- e) Outre ces résultats qui doivent être comparés ensemble, seront donnés encore, pour les compléter, les latitudes et longitudes géographiques des points trigonométriques, calculées des points astronomiques les plus proches. Pour ces calculs on adoptera préalablement d'après le traité de Walbeck (de forma

et magnitude telluris, Aboae 1819) l'aplatissement de la Terre  $= \frac{1}{302.78}$  et la longueur du quart de méridien = 5130878.4 toises à 13 degrés de Réaumur. Lorsque ces quantités seront mieux connues par les grandes mesures de degrés qui s'exécutent maintenant, on pourra refaire les calculs des latitudes des points trigonométriques.

#### Article 7.

*Sur la comparaison des résultats géodésiques et astronomiques pour les jonctions.*

- a) Le lieutenant-général Tenner et le colonel Marieni ne se communiqueront pas mutuellement les résultats géodésiques et astronomiques pour les jonctions, indiqués dans l'article 4 de cette convention; chacun d'eux enverra les siens cachetés aux Directeurs des observatoires de Poulkova et de Vienne.
- b) Chacun des Messieurs les Directeurs décachètera simultanément les résultats réciproques de jonctions, pour les comparer entre eux, et puis chacun communiquera de son côté au lieutenant-général Tenner et au colonel Marieni cette comparaison ainsi que son opinion sur l'accord de ces résultats.
- c) Le lieutenant-général Tenner et le colonel Marieni feront les démarches nécessaires pour obtenir le consentement à cet arrangement des Messieurs les Directeurs des Observatoires de Poulkova et de Vienne.

In Folge dieser Übereinkunft gingen mir am 18. Juni 1851 die auf russischer, am 25. Juni die auf österreichischer Seite erhaltenen Resultate versiegelt zu. Nachdem ich beide Mittheilungen gleichzeitig eröffnet hatte, setzte ich sofort die beiden obengenannten Leiter dieser geodätischen Operationen von der überraschend schönen Übereinstimmung ihrer Arbeiten in Kenntniss. Se. Excellenz w. Staatsrath W. v. Struve konnte, von anderen dringenden Geschäften gehindert, sein Gutachten in Form eines umständlichen Berichtes an die k. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg erst im März 1852 abgeben. Ihm war in dieser Angelegenheit bereits früher die schwierige Aufgabe geworden, die Wiener Klafter, wovon ihm im Jahre 1848 eine sorgfältig verificirte Copie durch Herrn Oberst Marieni zukam, mit der Einheit der grossen Meridianmessung in Russland zu vergleichen. Da das Verhältniss dieser Einheit, dem eisernen Etalon à bouts in Pulkowa (2 Toisen lang, von polirtem Stahl) zur Toise von Fortin und zum Saschen (à traits, 7 engl. Fuss lang), nach welcher Generallieutenant Tenner die Massstäbe für die Basen construiren liess, aus früheren sehr genauen Vergleichen bekannt war, so handelte es sich nur um die erwähnte Vergleichung, um auch die Resultate beider Vermessungen in Bezug auf lineare Distanzen unter einander vergleichbar zu machen. Die Bestimmung des Verhältnisses der sechs verschiedenen Massstäbe, nämlich:

1. des 2 Toisen langen Etalon von Pulkowa;
2. des Stabes der indischen Gradmessung, 10 englische Fuss lang, à points, von Eisen;
3. des scientific tabular standard der Royal Astronomical Society, 5 Fuss lang, von Messing;
4. der Wiener Klafter;
5. der Liesganig'schen Toise, die auf dieser Klafter angegeben ist;
6. des Doppel-Saschen à points, 14 engl. Fuss lang, von Eisen, unter Kater construirt für den kais. russischen Generalstab,

erforderte wegen der ganz verschiedenen Einrichtung und Incommensurabilität der Längen die Erfindung neuer Comparatoren, besonderer Hilfsapparate, ja selbst neuer Methoden. Im Jahre 1850 sah Herr von Struve sich endlich in den Stand gesetzt an die Vergleichung zu gehen, die ihn vom Frühling bis zum Herbst in Anspruch nahm; erst 1851 konnte der wichtigste Theil gerechnet, und das Verhältniss des Pulkowaer Etalon zu dem indischen Stabe und der Wiener Klafter bestimmt werden. Das Ergebniss wurde mit allem Detail im April 1851 den Herren von Tenner und Marieni bekannt gegeben.

Was nun die Verbindungs-Triangulation betrifft, so dienen die hier beigegebenen Skizzen Nr. 1 und 2 von russischer, Nr. 3 von österreichischer Seite zur Übersicht der ganzen Operation. Der eigentlichen Vergleichung habe ich nachstehende Bemerkungen voranzuschicken:

Die beiderseitigen Vermessungen wurden, wie man aus den Skizzen sieht, doppelt verbunden: bei Krakau und bei Tarnograd, in Gegenden, die in gerader Linie etwa 22 deutsche Meilen von einander abstehen.

Von russischer Seite kamen drei Basen in Rechnung: die erste bei Warschau von 2710.4848, die zweite bei Tarnograd von 2522.0572, die dritte bei Czenstochowa von 2048.4375 Saschen Länge (bei 13° R.). Die letzte Basis ist zweimal gemessen; der Unterschied im Resultat betrug 0.00783 Saschen. Diese drei Basen gewähren eine vollkommene Verification für alle Dreiecksketten der Triangulation des Königreiches Polen; zwei derselben liegen ganz nahe an den beiden Verbindungsgegenden, die Tarnogroder Basis hängt durch bloss zwei Dreiecke mit der gemeinschaftlichen Seite Biszcza-Rozzaniec und durch 53 Dreiecke mit der Warschauer Basis zusammen; die Basis bei Czenstochowa steht etwa 9 deutsche Meilen von der gemeinschaftlichen Station Oycow ab, so dass es auch hier nur einer kleinen Anzahl von Dreiecken zur Ableitung der nächsten gemeinschaftlichen Seite Oycow-Koniusza bedurfte, welche im 103. Dreiecke von der Warschauer Basis weggerechnet liegt; genauere Angaben hierüber sind aus den gemachten Mittheilungen nicht zu entnehmen.

Herr von Tenner bemerkt übrigens, dass da geodätische Entfernungen in Russland für + 14° R., im Auslande gewöhnlich für + 13° R. angegeben werden, dafür Sorge getragen wurde, dass um die Reductionen so klein als möglich zu machen bei der Messung der Basen die mittleren Temperaturen zwischen + 13° und + 14° R. fielen. Die mittleren Temperaturen betragen so: bei der Warschauer Basis + 13°.8634, bei der Tarnogroder + 13°.6659 und bei der Czenstochower für die erste Messung + 13°.6484, für die zweite + 13°.7058 R. — Die Azimute bei Tarnograd und Krakau sind, jene von dem der Verbindungsgegend ganz nahen trigonometrischen Hauptpunkte Przymiarki, diese von Warschau abgeleitet. Das aus Warschau vermittelt der Dreiecke nach Przymiarki übertragene Azimut ist um 10''.18 kleiner, als das daselbst beobachtete. Das zu Warschau beobachtete Azimut ist mittelst 45 Winkel auf die in Polen und mittelst 47 Winkel auf die in Galizien liegenden Vereinigungspunkte übertragen. Die Polhöhen bei Tarnograd und Krakau sind, jene aus Przymiarki, diese aus Warschau abgeleitet. Die aus Warschau folgende Polhöhe von Przymiarki ist um 2''.37 grösser als die daselbst beobachtete. Alle Längen beruhen auf Warschau, das chronometrisch mit Pulkowa verbunden. — Die Meereshöhen gehen von der Ostsee bei Polangen in Kurland aus, das in gerader Linie von der Verbindungsgegend etwa 85 deutsche Meilen entfernt ist. Nach der Linie, welche die Dreiecke aber in der That durchlaufen, ist Szyszkow, der weiteste russische Punkt in der östlichen Verbindung, gegen 169 deutsche Meilen und Krakau 183 deutsche Meilen von Polangen entfernt, jenes der 124. dieses der 128. Punkt der Hauptdreiecksreihe, welche vom baltischen Meere bei Polangen an durch die Gouvernements Kowno, Wilna und Grodno bis Warschau und von hier aus in mehreren Zweigen bis zu den beiden Verbindungsgegenden sich erstreckt.

Von österreichischer Seite wurde, nachdem man sich überzeugt hatte, dass die bisher in Galizien bestandene Katastral-Triangulirung zwar dem Zwecke, für den sie unternommen war, genügte, aber doch nicht die hier wünschenswerthe Vollkommenheit besitze, bei Partyn nördlich von Tarnow und nahe in der Mitte zwischen Tarnograd und Krakau eine neue Basis gemessen, und von derselben unmittelbar eine Kette von 26 Dreiecken (16 gegen Tarnograd und 10 gegen Krakau) geführt, welche später mit den schon vor längerer Zeit gemessenen Basen von Wiener Neustadt, von St. Anna bei Arad in Ungarn und von Radautz in der Bukowina zu verbinden sein werden. Die Messung der neuen Basis bei Partyn wurde im September 1849 zweimal vorgenommen und zwar mit einem Apparate des k. k. geographischen Militär-Institutes, der bereits zur Basismessung bei St. Anna und Radautz gedient hatte, und dessen Stäbe im Frühjahr 1850 mit der Originalklafte des polytechnischen Institutes zu Wien von Neuem verglichen sind. Überdies

wurde die Ausdehnung der Stäbe durch Temperatur sorgfältig untersucht, und die neuen Ausdehnungs-Coëfficienten den im Jahre 1810 bestimmten nahezu gleich gefunden. So ergab sich die Länge der neuen Basis

Wiener Klafter bei + 13° R.	
aus der ersten Messung	3149.1948849
„ „ zweiten „	3149.1981902
Unterschied	0.0033053

Zur Verwandlung der Wiener Klafter in Toisen wurde nach den von Staatsrath Struve in Pulkowa angestellten, oben erwähnten Vergleichen dem Logarithmus der Wiener Klafter der constante Logarithmus 9.98812698 hinzugefügt. — Die geographischen Längen und Breiten sind von der Position der Krakauer Sternwarte abgeleitet, wie sie der Director dieser Anstalt Herr M. Weisse im Jahre 1839 veröffentlicht hat („Resultate der an der Krakauer Sternwarte gemachten meteorologischen und astronomischen Beobachtungen“). Die Azimute gründen sich auf die von Herrn Director Weisse festgestellte Voraussetzung, dass die Mire des Meridiankreises der Krakauer Sternwarte streng richtig orientirt ist. Der günstige Zufall, dass unter den österreichischen Stationen sich eine stabile Sternwarte befand, konnte zur Abkürzung des eigentlich geodätischen diesseitigen Verfahrens unbedenklich auf diese Weise benutzt werden, da der Hauptzweck der ganzen Operation: Vereinigung der russischen Vermessungen mit den westlich und südlich gelegenen Triangulationen dadurch nicht unmittelbar berührt wurde. — Die Höhen der trigonometrischen Punkte sind vom adriatischen Meere abgeleitet, zu welchem Behufe von den drei Ausgangspunkten Fiume, St. Vito und Veglia eine doppelte Dreieckskette zuerst nach drei Richtungen geführt wurde, über Wien, das bereits früher <sup>1)</sup> von Fiume, Triest und Aquileja aus mit dem adriatischen Meere verbunden war, nach Ofen in beiläufig 120 deutschen Meilen mit 100 Dreiecken, dann über Esseg nach Ofen in etwa 110 deutschen Meilen mit 70 Dreiecken, endlich direct von Fiume nach Ofen in beiläufig 70 deutschen Meilen mit 48 Dreiecken. Die Höhe von Krakau und der übrigen Verbindungs-Stationen wurde hierauf durch eine doppelte Dreieckskette von der Ofner Sternwarte aus auf einem Wege von etwa 50 geographischen Meilen in 40 Dreiecken abgeleitet. Im Mittel stehen die Ausgangspunkte an der See etwa 60 deutsche Meilen von Ofen, und dieses von Krakau beiläufig 39 deutsche Meilen in gerader Linie ab.

Wir können nun an die Zusammenstellung der beiderseitigen Resultate gehen, und bemerken nur noch, dass im Folgenden von jeder Doppelzeile die erste immer die russische Date enthält. Ich werde übrigens hier absichtlich jene Standpunkte festhalten, welche mich bei der Beurtheilung leiteten, weil ich glaube, dass nur so jedem der beiden Berichte sein besonderes Interesse gewahrt wird.

### I. Gemeinschaftliche Winkel.

Scheitel.      Beob. sphär. Winkel.      Differ. R—0.

#### 1. Bei Tarnograd.

Dreieck: Szyszkow-Biszczu-Roszaniec.

Szyszkow . . . . .	48°	36'	46'' .28	
			45 .63	+ 0'' .65
Biszczu . . . . .	93	27	30 .54	— 0 .44
			30 .98	
Roszaniec . . . . .	37	55	43 .97	— 0 .19
			44 .16	
			Mittel . . . . .	+ 0'' .007

<sup>1)</sup> Annalen der Wiener Sternwarte, XXI. Band.

2. Bei Krakau.

Dreieck: Wanda-Oycow-Koniusza.

Oycow . . . . .	35° 33'	32".57	+ 0".63
		31.94	
Koniusza . . . . .	50 49	24.48	— 0.78
		25.26	

Dreieck: Krakau-Oycow-Sieborowice.

Oycow . . . . .	42° 49'	14".29	+ 0".59
		13.70	
Sieborowice . . .	75 21	46.28	+ 0.10
		46.18	

Dreieck: Oycow-Sieborowice-Krakus.

Oycow . . . . .	46° 38'	6".36	+ 0".15
		6.21	
Sieborowice . . .	81 23	25.18	— 0.07
		25.25	

Mittel . . . . + 0".103

Allgemeine mittlere Discordanz . . + 0.071.

Die Übereinstimmung ist, wie man sieht, vortrefflich, und nirgends gibt sich eine constante Differenz kund. Die zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung beträgt nur 0".321, der wahrscheinliche Fehler eines einzelnen Winkels  $\pm 0".227$ , endlich der mittlere Fehler einer einzelnen Winkelmessung  $\pm 0".337$  unter Voraussetzung gleicher beiderseitiger Präcision.

Über die reducirtcn Winkel, deren Übereinstimmung eben so befriedigend ist, unterlasse ich es, hier das Detail zu geben, da ich eines besonderen Umstandes wegen eben nur die Struve'schen Zahlen wiederholen könnte. Von österreichischer Seite nämlich waren nebst den beobachteten sphärischen Winkeln die „verbesserten Chorden-Winkel," von russischer nebst den beobachteten und zur Summe  $180^\circ + \text{Excess}$  verbesserten sphärischen Winkeln die „ebenen Winkel" nach L'égendre's Theorem mitgetheilt. Herr von Struve brachte desshalb und um auch unter den reducirtcn Winkeln etwas Vergleichbares zu finden, da die Excesse beiderseitig angegeben waren, die von Herrn von Marieni angegebenen sphärischen beobachteten Winkel auf die zur Summe  $180^\circ + \text{Excess}$  corrigirten sphärischen, auch von Herrn von Tenner gegebenen Winkel, und fand so den wahrscheinlichen Fehler eines einzelnen corrigirten Winkels =  $\pm 0".215$ .

II. Gemeinschaftliche Seiten.

Seite.	Länge.	Differ. R—O.
1. Bei Tarnograd.		
Biszcza-Roszaniec . . . . .	7624.4816 <sup>T.</sup>	+ 0 <sup>T.</sup> .050
	.432	
Bukowina-Roszaniec . . . .	4427.0040	+ 0.027
	6.977	
Szyszkow-Roszaniec . . .	10143.9652	+ 0.055
	.910	
Biszcza-Szyszkow <sup>1)</sup> . . . .	6246.6878	+ 0.028
	.660	

<sup>1)</sup> Die Seite Biszcza-Szyszkow ist zufällig beiderseitig gemessen, und war in der Convention nicht als gemeinschaftlich vorgesehen. Desshalb hatte ich dieselbe ursprünglich ausser Acht gelassen, nehme aber keinen Anstand dieselbe jetzt, wie auch Herr von Struve gethan, mit aufzuführen, da sie allerdings ganz in gleicher Weise wie die übrigen gefunden wurde.

## 2. Bei Krakau.

Oycow-Koniusza . . . . . <sup>T.</sup> 14954 .7962	— 0 .101	Krakau-Oycow . . . . . <sup>T.</sup> 9146 .5645	— 0 .017
Oycow-Wanda . . . . .11616 .1529	— 0 .100	Oycow-Sieborowice . . . . .8332 .5706	— 0 .019
Koniusza-Wanda . . . . .8714 .2001	— 0 .052	Krakus-Oycow . . . . .10458 .6459	— 0 .018
Krakau-Sieborowice . . . . .6425 .5068	+ 0 .010	Krakus-Sieborowice . . . . .7690 .0455	— 0 .014

Schon der erste Blick lehrt, dass auch hier eine ausserordentlich schöne Übereinstimmung stattfindet. Eine strenge Schätzung der erreichten Genauigkeit ist nicht gut vorzunehmen, vor allem deshalb, weil man die Anzahl sämmtlicher von den Basen zu den Verbindungsseitengeführten Dreiecke nur von österreichischer Seite kennt; setzt man indessen voraus, dass von der Basis bei Czenstochowa bis zur nächsten Verbindungsseite bei Krakau zehn Dreiecke existirten, da in der That Czenstochowa von Krakau beiläufig ebenso weit absteht als Krakau von Partyn, für welche Entfernung 10 Dreiecke bestanden, so hätte man von der österreichischen Basis bei Partyn bis zur russischen Basis bei Czenstochowa 20, während von der österreichischen Basis bis zur russischen bei Tarnograd 18 Dreiecke gemessen waren. Nimmt man Kürze halber alle Dreiecke gleichseitig an, und lässt man den in I gefundenen mittleren Fehler einer einzelnen Winkelmessung gelten — sämmtlich der zu gewinnenden Beurtheilung hier nichts weniger als günstige Annahmen — so findet man die mittlere zu befürchtende Discordanz der Anstoss-Seiten bei Tarnograd gleich 25, bei Krakau gleich 26 Einheiten der siebenten Decimale des Logarithmus. Die logarithmischen Differenzen obiger Doppelwerthe der Communseiten in solchen Einheiten aber sind nach der Reihe

## 1. Bei Tarnograd.

+ 29  
+ 27  
+ 24  
+ 20

## 2. Bei Krakau.

— 29            — 8  
— 38            — 10  
— 26            — 8  
+ 7             — 8

Unter den 12 Fällen wird also der zulässige Unterschied nur viermal und davon nur einmal bedeutender überschritten; von den acht übrigen Fällen bleiben 5 tief unter den zu erwartenden Differenzen.

Um diesen wichtigen Theil der Operation noch von einer anderen Seite zu beleuchten, wollen wir obige Differenzen R—O auf die Einheit der zugehörigen Distanzen bringen. Man findet so der Reihe nach:

## 1. Bei Tarnograd.

+ 0.00000656  
+            610  
+            542  
+            448

Mittel . . + 0.00000564

Zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung . . . 0.00000384.

Wahrscheinlicher Fehler einer einzelnen Messung ± 0.00000272.

2. Bei Krakau.

—	0.00000675
—	861
—	597
+	156
—	186
—	228
—	172
—	182

Mittel . . — 0.00000343

Zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung 0.00000313.

Wahrscheinlicher Fehler einer Messung  $\pm 0.00000222$ .

Allerdings gibt sich durch die Beständigkeit der entgegengesetzten Zeichen in jeder der zwei Verbindungen eine, wenn gleich an sich sehr geringfügige so doch constante Fehlerquelle kund. Die gefundenen Discordanzen sind jedoch überhaupt ungemein klein, und gestatten unzweifelhaft das Zusammenfassen sämtlicher Zahlen in ein Mittel, wodurch sich im Allgemeinen ergibt:

Mittlere Discordanz R—O. . . . — 0.00000041.

Zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung 0.00000339.

Wahrscheinlicher Fehler einer Messung  $\pm 0.00000239$ .

Diese wahrhaft bewunderungswürdige Genauigkeit lässt sich bei solcher Form der Zahlen wieder einigermaßen dadurch beurtheilen, dass, wie man aus den Vorbemerkungen weiss, von russischer sowohl als österreichischer Seite eine Basis doppelt gemessen wurde. Wir hatten:

1. Russische Basis bei Czenstochowa.

Länge im Mittel 2048.4375 Saschen.

Unterschied der beiden Messungen 0.00783 S. oder 0.00000382 des Ganzen, somit wahrscheinlicher Fehler einer einfachen Messung  $\pm 0.00000129$ .

2. Österreichische Basis bei Partyn.

Länge im Mittel 3149.1965 Wiener Klafter.

Unterschied der beiden Messungen 0.0033053 oder 0.00000105 des Ganzen, somit wahrscheinlicher Fehler einer einfachen Messung  $\pm 0.00000035$ .

Daraus folgt, dass bei vorausgesetzter strenger Richtigkeit der Winkel also nur vermöge der Unsicherheit der Basen in jeder Anstoss-Seite eine Nicht-Übereinstimmung von 0.00000134, d. h. schon ein Drittheil derjenigen Discordanz zu erwarten steht, welche wir oben aus der Erfahrung als zu befürchtend ableiteten oder mit anderen Worten: die wiederholte Messung einer und derselben Länge von österreichischer und russischer Seite auf dem complicirten Wege geodätischer Verbindungen wird im Allgemeinen keine grösseren Unterschiede ergeben, als die zweimalige unmittelbare Messung einer Basis ungeachtet aller dabei angewendeten Sorgfalt, z. B. bei Czenstochowa, ergeben hat.

Für Österreich hat dieser Theil der Verbindungs-Triangulation noch eine besondere Bedeutung. Die, wie wir gesehen haben, ganz ausgezeichnete Übereinstimmung in den gemeinschaftlichen Seiten beruht auf dem oben mitgetheilten, Herrn Oberst Marieni von Herrn von Struve zugekommenen Verwandlungs-Logarithmus 9.98812698 von Wiener Klafter und Toise. Herr von Struve fand nämlich die legale

$$\text{Wiener Klafter} = 840.699396 \pm 0.000516 \text{ Pariser Linien der Toise du Pérou,}$$

wobei zu bemerken kommt, dass diese Zahlen nicht die eigentlich definitiven, für die Herr von Struve noch einige wenige ergänzende Vergleichen nachträglich anstellen wollte, aber bereits so genau sind, dass sie zu dem hier verfolgten Zwecke mit völliger Sicherheit angewendet werden können. Es ergibt sich damit die legale

$$\text{Wiener Klafter} = 0.9730317 \text{ Toises du Pérou.}$$

Bisher hatte man für dieses Verhältniss einen Werth angenommen, welchen Herr Professor S. Stampfer vor längerer Zeit in den Jahrbüchern des Wiener polytechnischen Institutes, Band XX (Wien 1839), pag. 154, aus damals hierzu eben vorliegenden Materialien ableitete, nämlich:

$$\text{Wiener Klafter} = 1.8966657 \text{ Mètres, oder Wiener Klafter} = 0.9731299 \text{ Toisen.}$$

Zwischen beiden Bestimmungen findet somit ein Unterschied von nicht weniger als 0.0000982 Toisen oder beiläufig 0.085 Pariser Linien Statt. Obschon nun für das letztere Verhältniss der Wiener Klafter zum Mètre aus den Daten, die demselben zu Grunde lagen, Professor Stampfer eine Unsicherheit von nur 0.0000037 folgerte, so wäre es doch möglich, dass diese Daten zu solchem Schlusse nicht wohl berechtigten, vielleicht weil sie nicht durchaus Ergebnisse unmittelbarer Vergleichen der fraglichen Maasse waren, oder weil sie überhaupt sehr verschiedenes Gewicht haben mochten, vor allem aber weil die französischen Maasse, mit welchen die Vergleichen bisher in Österreich vorgenommen wurden, nicht völlig und über allen Zweifel verificirt zu sein scheinen (l. c. p. 175). Obiges Verhältniss wurde denn auch von Professor Stampfer (a. a. O. p. 175) eigentlich doch nur als provisorisch hingestellt. Die eben in Bezug auf die zu Wien gebrauchten französischen Maasse geäußerte Vermuthung wird so zu sagen zur vollen Gewissheit dadurch, dass Herr von Struve die nach diesen Maassen zu Wien auf dem überschickten Etalon der Wiener Klafter aufgetragene Toise an sich und unabhängig von dem Werthe der Wiener Klafter nahe um 0.086 Pariser Linien zu kurz fand, was mit dem oben angegebenen Unterschiede der beiden Verhältnisse beinahe völlig übereinstimmt. Die für diese Zwecke in Pulkowa angestellten Vergleichen aber sind, von der berühmten Meisterhand die diese Arbeiten führte gar nicht zu reden, an längst erprobten und mannigfaltig controlirten Massstäben vorgenommen. Die hier besprochene seltene Übereinstimmung der Vermessungs-Resultate hat eine glänzende Bestätigung geliefert, nicht bloss für diese schwierigen, weil an ungleichartigen Stäben zu bewerkstellenden Vergleichen in Pulkowa, sondern auch für die von Herrn Professor Stampfer im Jahre 1848 gemachten Messungen, durch welche das Verhältniss des nach Pulkowa geschickten Etalon der Wiener Klafter zu dem hiesigen Grundmaasse festgestellt wurde.

Die allgemeine Entscheidung zu Gunsten des neuen Verhältnisses muss bis zur Veröffentlichung sowohl der Struve'schen Vergleichen, der ich hier nicht weiter vorgreifen darf, als der von Professor Stampfer gemachten Messungen, deren ausführliche Mittheilung überhaupt wir bisher noch zu erwarten haben, verschoben werden.

### III. Gemeinschaftliche Höhen.

Signal.	Höhe.	Differ. R—O.
1. Bei Tarnograd.		
Biszeza . . . . .	117 .95	+ 1 .22
	6 .725	
Bukowina . . . . .	132 .72	+ 1 .24
	1 .476	
Roszaniec . . . . .	139 .26	+ 1 .09
	8 .170	
Szyszkow . . . . .	120 .27	+ 1 .06
	19 .206	
Mittel . . . . .		+ 1 .15



## 2. Bei Krakau.

Koniusza	.....177 .27	+ 1 .83
	5 .438	
Oycow	.....253 .69	+ 1 .65
	2 .044	
Sieborowice	.....173 .67	+ 1 .71
	1 .964	
Krakus	.....142 .56	+ 1 .65
	0 .914	
Krakau	.....119 .36	+ 1 .76
	7 .601	
Wanda	.....126 .60	+ 1 .78
	4 .820	
	Mittel	+ 1 .73

Auch hier lässt die gefundene Übereinstimmung nichts zu wünschen übrig, wenn man bedenkt, dass die russischen Höhenmessungen von Polangen an der Ostsee, die österreichischen vom adriatischen Meere bei Fiume ausgehen, somit jene in gerader Linie eine Entfernung von 85, diese von 100 deutschen Meilen durchlaufen mussten um in die Verbindungsgegend zu gelangen, von den grossen, wie wir gesehen haben nahe das Doppelte jener Entfernungen betragenden Umwegen des wirklichen Nivellements nicht zu sprechen. Die mittlere Differenz in der Verbindung bei Tarnograd weicht zwar von der bei Krakau gefundenen um 0.58 T. ab, und die Übereinstimmung der einzelnen Zahlen in jeder der beiden Verbindungen deutet auf eine constante Fehlerquelle hin, allein wer die Schwierigkeit solcher Operationen kennt und weiss wie leicht ein kleiner Unterschied z. B. schon aus einer verschiedenen Art zu pointiren entspringen kann, wird gewiss auch hier das Zusammenfassen sämtlicher Zahlen in die

allgemeine mittlere Differenz + 1.49 T.

vollkommen zulässig finden.

Glücklicherweise wird eine, wenngleich der Sicherheit der hier zu prüfenden Operationen nicht ganz entsprechende so doch an sich erwünschte Controle durch den Umstand geboten, dass die eine der oben genannten Stationen durch vieljährige und genau verglichene Beobachtungen barometrisch in ihrer Seehöhe bestimmt ist. Herr Director M. Weisse hat nämlich aus eilfjährigen Beobachtungen (1826—1836) für die Krakauer Sternwarte den mittleren Stand seines Pistor'schen Barometers zu 329.380 Pariser Linien für 0° R. Quecksilber- und + 7°.39 R. Lufttemperatur gefunden, und daraus durch Combination mit den Encke'schen Daten <sup>1)</sup> für die Ostsee (336''.137 bei 0° R. Quecksilber- und + 7°.29 Lufttemperatur) die Seehöhe des Nullpunktes seines Barometers zu 106.25 T. abgeleitet. Auf Veranstaltung des Herrn Generalleutenant von Tenner wurden im Jahre 1846 von H. Prazmowsky, Adjunct der Warschauer Sternwarte, zwei ausgezeichnete Brückner'sche Reisebarometer zuerst von Warschau nach Pulkowa, dann wieder nach Warschau, hierauf von Warschau nach Krakau und zurück transportirt, und so ungemein verlässliche Vergleichen des Krakauer Barometers mit dem streng verificirten Paulsen'schen Normal-Instrumente zu Pulkowa gewonnen, indem die Rückkunft nach Warschau und Vergleichung mit dem dortigen Barometer stets die Überzeugung verschaffte, dass an den Reisebarometern sich nichts geändert hatte. Man fand so: Correction des Pistor'schen Barometers zu Krakau = — 0.44 Pariser Linien oder in unserem Falle

Correction der damit bestimmten Seehöhen = + 5.67 Toisen.

Wir haben somit die corrigirte barometrisch bestimmte Höhe des Nullpunktes am Pistor'schen Barometer der Krakauer Sternwarte = 111.92 T. über dem baltischen Meere. Dieser Nullpunkt liegt 6.95 T.

<sup>1)</sup> Berl. Astr. Jahrb. für 1839.

unter der Signalspitze Krakau, deren Höhe wir oben angaben; die trigonometrisch abgeleitete Seehöhe dieses Nullpunktes beträgt also

nach der russischen Messung 112.41 T. über dem baltischen Meere,  
 „ „ österreich. „ 110.65 „ „ „ adriatischen „

Die barometrische Bestimmung fällt somit zwischen beide trigonometrische Bestimmungen, so nahe diese einander auch liegen, und weicht von dem Mittel derselben (111.53 T.) nur um 0.39 T. ab. Eine weniger gute Übereinstimmung würde man erzielen, wenn man den von Herrn Oberst Marieni handschriftlich mitgetheilten mittleren Stand des Krakauer Barometers: 27".4276 bei 0° R. Quecksilber- und + 6°.584 Lufttemperatur und die daraus folgende corrigirte Seehöhe 113.54 T. des Nullpunktes zu Grunde legen wollte, welche nach Herrn v. Marieni von Herrn Director Weisse aus zweiundzwanzigjährigen Beobachtungen abgeleitet sein sollen. Aber auch hier würde sich der Unterschied auf nur 2.01 T. in gleichem Sinne wie oben erheben, und wäre das Schwanken dieses Unterschiedes eben nur ein Beweis mehr, dass selbst so sorgfältig angestellte und umsichtig benützte barometrische Bestimmungen wie die hier besprochenen höchstens zu allgemeiner Prüfung genauer trigonometrischer Arbeiten dienen können.

Das Ausgehen der beiden Vermessungen von den Küsten zweier verschiedenen Meere legt die Frage nach dem Niveau-Unterschiede der See in verschiedenen Örtlichkeiten nahe, eine Frage, die mit ähnlicher Sicherheit wie hier zu beantworten bisher nur in sehr wenigen Fällen gelang. Die Kleinheit der gefundenen Differenzen berechtigt um so mehr zu der durch bekannte ähnliche Ergebnisse in anderen Gegenden von vorneherein wahrscheinlichen Annahme, dass die Ostsee und das adriatische Meer gleich hohen Spiegel haben, als bei der russischen Triangulation allein schon der mittlere Fehler einer Höhenmessung zu 1.4 T. angegeben wird, also obiger mittleren Differenz nahe gleich kommt, und als Herrn von Tenner's Zahlen diesmal beiläufig um eben so viel grösser sind gegen die österreichischen Resultate, als sie kleiner waren gegen die Struve'schen bei der Verbindungstriangulation zwischen den Ostseeprovinzen und Lithauen <sup>1)</sup>). Staatsrath von Struve bemerkt übrigens in dieser Beziehung, dass ein anderer Zweig des Tenner'schen Nivellements bereits das schwarze Meer nördlich von der Donaumündung erreicht, und einen Unterschied von nur 0.53 T. (baltisches Meer höher als schwarzes) gezeigt habe, eine neben den unvermeidlichen Fehlern der Messung wieder ganz verschwindende Grösse. Schwedische Geometer seien gegenwärtig beschäftigt, das Nivellement zwischen dem bothnischen und dem Eismeere zu beendigen durch Benützung von Stationen der schwedisch-norwegischen Meridianmessung zwischen Torneå und Fuglenaes in der Höhe des Nordkaps, wodurch den früheren Vergleichen noch das Niveau des offenen Oceans beigefügt würde.

#### IV. Gemeinschaftliche Azimute.

Seite	Azimut	Diff. R—O.
1. Bei Tarnograd.		
Biszeza-Roszaniec	139° 56' 38".18	+ 4".07
	34 .11	
Bukowina-Roszaniec	120 23 25 .40	+ 4 .95
	20 .45	
Szyszkow-Roszaniec	102 0 54 .32	+ 4 .12
	50 .20	
	Mittel	+ 4 .38

<sup>1)</sup> Astron. Nachr. Band X.

2. Bei Krakau.

Oycow-Wanda . . . .	309° 20' 10".84	+0".87
	9.97	
Koniusza-Wanda . . . .	223 8 30.13	+1.13
	29.00	
Krakau-Sieborowice	29 51 49.82	-1.10
	50.92	
Krakau-Oycow . . . .	327 52 43.80	-0.79
	44.59	
Krakus-Oycow . . . .	331 41 35.80	-1.43
	37.23	
Krakus-Sieborowice	23 50 10.98	-1.51
	12.49	
	Mittel	-0.47

Es sind demnach die von russischer Seite bestimmten Azimute im Mittel bei Tarnograd um  $4''.38$  grösser, bei Krakau um  $0''.47$  kleiner als die auf österreichischer Seite gefundenen. In der diesseitigen Operation handelt es sich hier, nach den diese Zusammenstellung einleitenden Bemerkungen, um Messung von Horizontalwinkeln und um deren Übertragung von Krakau nach Tarnograd, also um in Nr. I bereits unmittelbar geprüfte Punkte; die Gleichförmigkeit der Differenzen in jeder der beiden Verbindungen stimmt mit den oben in jener Beziehung gefundenen Resultaten vollkommen überein. In der jenseitigen Operation hingegen gehen die Azimute in den beiden Verbindungen von verschiedenen Fundamentalpunkten: bei Tarnograd von Przymiarki, bei Krakau von Warschau aus, und eine Übertragung des Azimutes von einem der beiden Fundamentalpunkte zum anderen zeigt eine Abweichung von  $10''.18$ . Die oben gefundene constante Differenz darf daher nicht überraschen. Weiteres Gewicht glaubte ich unter solchen Umständen auf diesen Theil der gemeinsamen Operationen nicht legen zu dürfen.

V. Gemeinschaftliche Polhöhen.

Station	Polhöhe	Dif. R—O.
1. Bei Tarnograd.		
Biszcza . . . . .	50° 25' 53".81	-0".24
	54.05	
Bukowina . . . . .	50 22 7.03	-0.25
	7.28	
Roszaniec . . . . .	50 19 45.91	-0.25
	46.16	
Szyszkow . . . . .	50 21 57.99	-0.24
	58.23	
2. Bei Krakau.		
Koniusza . . . . .	50° 10' 56".41	+2".07
	54.34	
Oycow . . . . .	50 12 1.13	+2.07
	11 59.06	
Sieborowice . . . . .	50 9 43.80	+2.07
	41.73	
Krakus . . . . .	50 2 19.90	+2.08
	17.82	
Krakau . . . . .	50 3 52.13	+2.08
	50.05	
Wanda . . . . .	50 4 15.65	
	13.58	+2.07

Aus den Vorbemerkungen zu dieser Zusammenstellung erinnert man sich, dass die Polhöhen in der österreichischen Vermessung alle von der Weisse'schen Breitenbestimmung der Krakauer Sternwarte, in der russischen Triangulation bei Tarnograd von dem trigonometrischen Hauptpunkte Przymiarki, bei Krakau von der Warschauer Sternwarte ausgehen. Die aus Warschau nach den Dreiecken berechnete Polhöhe von Przymiarki ist um  $2''.37$  grösser als die daselbst unmittelbar bestimmte. Berücksichtigt man diesen Unterschied, so werden obige Differenzen R—O bei Tarnograd nach der Reihe

$$\begin{aligned} &+2''.13 \\ &+2''.12 \\ &+2''.12 \\ &+2''.13, \end{aligned}$$

stimmen also vortrefflich mit den bei Krakau gefundenen. Als Mittel sämtlicher Differenzen ergibt sich  $+2''.09$ . Die aus Warschau auf trigonometrischem Wege abgeleitete Polhöhe des Krakauer Meridiankreises (nicht wie oben des Signals) ist nach Herrn von Tenner  $= 50^\circ 3' 52''.09$ , während Director Weisse dafür fand  $50^\circ 3' 50''.00$ , oder der Unterschied beider Bestimmungen  $+2''.09$  genau wie oben die mittlere Differenz.

## VI. Gemeinschaftliche geographische Längen.

Station	Geogr. Länge östlich von Paris	Diff. R—O.
---------	-----------------------------------	------------

### 1. Bei Tarnograd.

Biszczca . . . . .	20° 18' 9''.03	— 8''.02
	17 .05	
Bukowina . . . . .	20 19 57 .01	— 8 .00
	20 5 .01	
Rozzaniec . . . . .	20 26 13 .71	— 8 .00
	21 .71	
Szyszkow . . . . .	20 9 55 .03	— 8 .01
	10 3 .04	

### 2. Bei Krakau.

Koniusza . . . . .	17° 53' 35''.57	— 8''.42
	43 .99	
Oycow . . . . .	17 29 9 .31	— 8 .42
	17 .73	
Sieborowice . . . . .	17 42 19 .62	— 8 .41
	28 .03	
Krakus . . . . .	17 37 15 .16	— 8 .41
	23 .57	
Krakau . . . . .	17 37 6 .01	— 8 .41
	14 .42	
Wanda . . . . .	17 43 50 .06	— 8 .43
	58 .49	

Die Beständigkeit der Differenzen, deren mittlerer Werth  $— 8''.25$  beträgt, lässt wieder nichts zu wünschen übrig. Die Differenzen selbst aber erklären sich durch den Unterschied in der angenommenen

geographischen Länge der beiden Ausgangspunkte: Warschauer Sternwarte in der russischen und Krakauer Sternwarte in der österreichischen Vermessung. Durch trigonometrische Übertragung ergibt sich nach Hr. v. Tenner die geographische Länge des Krakauer Meridiankreises aus Warschau =  $17^{\circ} 37' 6''.40$  während Director Weisse dafür fand  $17^{\circ} 37' 14''.85$ ; der Unterschied —  $8''.45$  entspricht genau den oben bei Krakau gefundenen Differenzen. Die Länge der Krakauer Sternwarte beruht auf beobachteten Finsternissen, Sternbedeckungen und Mondeulminationen, die der Warschauer Sternwarte auf den grossen seit einigen Jahren in Russland ausgeführten chronometrischen Expeditionen, die in ihren definitiven Resultaten die Länge der Warschauer Sternwarte =  $1^{\text{h}} 14^{\text{m}} 45^{\text{s}}.68$ , d. h. um  $0^{\text{s}}.02$  oder  $0''.30$  weniger ergaben, als Herr von Tenner dafür angenommen hatte. Um eben so viel wären also auch obige Differenzen eigentlich durchaus zu vermehren.

Nachdem wir so sämtliche Vergleichungspunkte der beiderseitigen Operationen kennen gelernt, bliebe uns noch ein Prüfstein anzulegen: das Zusammenhalten mit ähnlichen an anderen Orten ausgeführten trigonometrischen Anschlüssen. In der That hat dieser Prüfstein mein Urtheil sehr feststellen geholfen; es würde jedoch zu weit führen, wenn ich die dem Sachverständigen ohnehin bekannten Beispiele solcher Verbindungs-Triangulationen in der zur Vergleichung nöthigen Vollständigkeit aufführen wollte. Es genüge in dieser Beziehung die Erklärung, dass mir kein anderer Anschluss bekannt, bei dem man mit Rücksicht auf die Ausdehnung der hier erörterten Arbeiten im Ganzen gleich schöne Resultate erzielt hätte.

Schliesslich sei mir gestattet, zum Theile aus dem höchst interessanten Berichte Sr. Exc. des Herrn Staatsrathes von Struve, zum Theile aus Mittheilungen, die ich der Güte des Herrn Oberst Marieni verdanke, so wie aus anderen später anzuführenden Quellen hier einige Momente hervorzuheben, welche die Wichtigkeit und Bedeutung der eben besprochenen trigonometrischen Operationen ersichtlich machen, und auch sonst auf manchen oben berührten Punkt klares Licht werfen.

Statt der von Gauss und Bessel eingeführten Controle geodätischer Vermessungen durch Diagonalen hat man in Russland das Princip adoptirt, möglichst viele Grundlinien in das Netz zu vertheilen, die, verbunden mit den Azimut- und Breitenbestimmungen, zugleich zu strenger Verification des ganzen Verfahrens und zur Ausgleichung der Winkel dienen, indem man sämtliche Basen genau darzustellen sucht. Von 1816 bis 1851 wurden so in den russischen Operationen ersten Ranges 26 Grundlinien gemessen. Azimut und Breite wurden auf 68 Hauptstationen genau bestimmt. Diesen Controlen sind beizufügen die verschiedenen Chronometer-Expeditionen, welche mehrere geodätische Hauptpunkte in Länge mit Pulkowa verbanden, und so wie die beobachteten Breiten die geographischen Positionen wenigstens zum Theil unabhängig machten von unserer Kenntniss der Gestalt und Grösse der Erde, eine Kenntniss, welche übrigens einen bedeutenden Fortschritt zu erwarten hat durch die nächstens bevorstehende Beendigung der grossen Meridiangradmessung zwischen Donau und Eismeer, welche über mehr als  $20^{\circ}$  unter Struve's und Tenner's Leitung ausgeführt, eben auf mehr als  $25^{\circ}$  durch norwegische und schwedische Gelehrte bis in die Gegend des Nordkap fortgesetzt wird <sup>1)</sup>.

Die erwähnten 26 Basen wurden mit 6 verschiedenen Apparaten gemessen, welche durch Struve in Pulkowa oder Dorpat etalonirt alle unter sich vergleichbar sind, ungeachtet völlig verschiedener Construction. Die primitive Einheit für alle Vergleichen war die Toise von Fortin, welche von Arago der Toise

<sup>1)</sup> Exposé historique des travaux pour la mesure de l'arc du méridien entre Fuglenaes et Ismaïl, par W. Struve. St. Pétersbourg 1852.

du Pérou vollkommen gleich gefunden wurde; da das Verhältniss dieser Fortin'schen Toise zum Etalon N von Pulkowa in den Jahren 1827 und 1828

$$N = 1728.01249 \mp 0.00071 \text{ Linien}$$

der Fortin'schen Toise gefunden wurde, so bleibt die letztere in den Vergleichen später ganz weg, indem sie durch den Etalon N ersetzt wird, der durch die gehärteten und polirten Stahl-Enden den grossen Vortheil hat, keinen solchen Veränderungen unterworfen zu sein, wie die Enden von weichem Eisen der Fortin'schen Toise. Die Berechnung der Länge der Stäbe von 2 Saschen, welche auf 4 Basis-Apparaten angebracht und in englischen Fussen auszudrücken waren, wurde mittelst des Verhältnisses bewerkstelligt, das Capt. Kater gegeben hat: 1 engl. Fuss = 135.114 franz. Linien, und das durch die Vergleichung des Pulkowenser Etalons mit dem indischen Stabe von 10 engl. Fuss bestätigt wurde. Die beiden anderen Basis-Apparate waren mit Toisen versehen.

Um eine strenge und unabhängige Prüfung des angenommenen Verhältnisses der verschiedenen von Tenner gebrauchten Stäbe zum Etalon von Pulkowa (damals noch in Dorpat) zu erhalten, wurden im Jahre 1828 bei der Vereinigung zweier Meridianbogen, des einen von  $4\frac{1}{2}^{\circ}$  in Litthauen durch Tenner, des anderen von  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  in den baltischen Provinzen durch Struve 5 Seiten gemeinschaftlich bestimmt, und die beiderseitigen Resultate ohne gegenseitige Mittheilung den damals zu Commissären ernannten Herren Generallieutenant von Schubert und Geheimrath Bessel bekannt gegeben. Es zeigte sich in allen Beziehungen eine völlig genügende Übereinstimmung <sup>1)</sup>.

Im Jahre 1832 brachte Generallieutenant v. Tenner die erste Verbindung der geodätischen Operationen in Russland mit denen des westlichen Europa zu Stande durch einen in der Gegend von Memel bewerkstelligten Anschluss an die unter Bessel und Baeyer in Preussen ausgeführte Triangulation. Da die preussischen Distanzen sich auf eine Copie der Toise du Pérou bezogen, die unmittelbar von Paris nach Königsberg gekommen und mit der russischen Toise von Fortin nicht verglichen war, so bewies die ausgezeichnete Übereinstimmung der gemeinschaftlichen Seiten sowohl die Richtigkeit des angenommenen Verhältnisses zwischen den Massstäben von Tenner und der Toise du Pérou als die Genauigkeit der beiden Vermessungen.

Eine Abtheilung der geodätischen Operationen in Russland hat eine Verbindung mit den schwedischen hergestellt. Diese unter der Leitung Sr. Exc. des Generallieutenants v. Schubert von Struve's früherem Mitarbeiter Wrangell durchgeführte Arbeit geht von, der Capitale nahe liegenden Stationen aus, streicht längs den Küsten des finnischen Meerbusens hin, überschreitet die Alands-Inseln, und endigt in einer vielfachen Verbindung mit der schwedischen Vermessung in der Nähe von Stockholm. Da die schwedischen Dreiecke mit den von Schumacher gemessenen dänischen, somit auch mit den von Gauss gemessenen hannovranischen Dreiecken zusammenhängen, so ist auf diese Weise eine zweite Anknüpfung der russischen an die westeuropäischen Triangulationen zu Stande gebracht, und überdies alles Nöthige zur Bestimmung eines Bogens von  $12^{\circ} 16'$  zwischen Pulkowa und Stockholm des Parallels von  $60^{\circ}$  geliefert. Die Differenz der Längen für die Endpunkte dieses Bogens ist bereits mit besonderer Genauigkeit aus der baltischen Chronometer-Expedition bekannt, die 1833 unter Schubert ausgeführt wurde. Ja dieser Bogen wird leicht auf  $20^{\circ}$  verlängert werden können, sobald die schwedischen Dreiecke weit genug fortgesetzt sind um die Verbindung mit dem südlichen Norwegen herzustellen, da die Sternwarten von Christiania, Stockholm und Pulkowa beinahe gleiche Polhöhen haben, und auch für den Bogen zwischen Pulkowa und Christiania kann die Längendifferenz als aus einer Combination der Chronometer-Expeditionen unter Struve, Schubert, Schumacher und Hansteen gegeben, angesehen werden.

<sup>1)</sup> Astron. Nachr. Band X.

Die russischen Dreiecke erstrecken sich längs der westlichen Grenze des Reiches von Memel noch 160 d. M. weit bis zur Donau unter  $45^{\circ}$  Breite. Durch die Operation von Tarnograd und Krakau kommen die russischen Vermessungen zum ersten Male mit denen von Central- und Süd-Europa auf dem Parallel von  $50^{\circ}$  in Berührung.

Der Hauptvorthheil solcher Anschlüsse liegt nicht in der gegenseitigen Controle und der Übereinstimmung der beiderseitigen Karten für die limitrophen Gegenden, sondern in den trefflichen Materialien, die sie für die genauere Kenntniss der Gestalt unseres Planeten liefern. Diese Rücksicht bewog z. B. zu der Vereinigung von französischen, piemontesischen und österreichischen Ingenieuren, welche auf Vorschlag des unsterblichen Laplace zu Stande kam, um den Werth des mittleren Parallelbogens von  $15^{\circ}.5$  zwischen Marennes (nördlich der Girondemündung) und Fiume zu bestimmen. Nach der eben ausgeführten Verbindung zwischen der österreichischen und russischen Vermessung hindert Nichts diesem Parallelbogen eine bei weitem grössere Ausdehnung zu geben. Die russischen Dreiecke gehen von Tarnograd im Sinne des Parallels bis Jekaterinoslaw. General Wrontschenko, Chef der Operationen im südlichen Russland, wird wahrscheinlich noch im Jahre 1852 Nowo-Tscherkask erreichen, das nur  $1^{\circ} 55'$  nördlicher, aber  $41^{\circ} 12'$  östlicher liegt als Marennes. In wenigen Jahren werden die russischen Vermessungen Astrakhan berühren, das um  $59'$  in Breite, hingegen  $49^{\circ} 41'$  in Länge von Marennes differirt. Noch vorthheilhafter als die Tarnogroder Verbindung für die Verlängerung des Parallels von  $45^{\circ}$  wäre übrigens ein Anschluss in Galizien, gegenüber von Kamenetz-Podolsk oder durch Siebenbürgen und die Moldau gegenüber von Kischeneff.

Die grosse Schwierigkeit, welche Bogen von so ausserordentlicher Ausdehnung in der Bestimmung der geographischen Länge der Endpunkte sonst darbieten, ist hier bereits gehoben. Durch die chronometrischen Expeditionen, welche seit zehn Jahren von der Sternwarte zu Pulkowa in Verbindung mit dem kais. russ. Generalstabe ausgeführt worden, gibt es bereits eine Verbindung zwischen Greenwich und Nowo-Tscherkask, bei welcher man  $0''.3$  verbürgen kann. Es bleibt demnach nur noch Marennes mit Greenwich zu verbinden.

In Grossbritannien hat Airy in der Breite von  $51^{\circ} 40'$  einen Parallelbogen von  $10^{\circ} 40'$  zwischen Feagh-Maine auf der Insel Valentia und Greenwich gemessen. Warschau liegt nur  $17'$  nördlicher als Feagh-Maine und ist in Länge mit Pulkowa im Jahre 1845 genau verbunden. Die Längendifferenz der Endpunkte ist also gegeben und beträgt  $31^{\circ} 22' 37''.4$  mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur  $1''.4$ , d. h. einer Genauigkeit, welche man in der geodätischen Operation kaum überschreiten wird. Die geodätische Verbindung ist durch die Anschlüsse bei Tarnograd und Memel eigentlich auch schon hergestellt, und wird nur allenfalls durch directere Dreiecke auf der Grenze von Polen und Preussen zu controliren sein. Dieser bereits gemessene Bogen des Parallels  $52^{\circ}$  endigt aber keineswegs in Warschau; denn in zwei oder drei Jahren werden die russischen Dreiecke bis Saratoff reichen, das unter  $51^{\circ} 32'$  Breite und  $25^{\circ} 2'$  östlich von Warschau liegt. Der Totalbogen zwischen Feagh-Maine und Saratoff wird also  $56^{\circ} 25'$  umfassen, und in geographischer Länge, da man die Meridiendifferenz zwischen Feagh-Maine und Moskau =  $47^{\circ} 57' 2''.2 \mp 1''.4$  bereits auf chronometrischem Wege kennt, nur der Unterschied zwischen Moskau und Saratoff zu bestimmen übrig sein, was keine Schwierigkeit hat, da Moskau bereits mit Kasan chronometrisch verbunden ist, dessen Entfernung von Saratoff nur die Hälfte der Entfernung zwischen Moskau und Saratoff beträgt, und auf den Dampfschiffen der Wolga zurückgelegt werden kann.

Kasan ist gegenwärtig der östlichste Punkt der chronometrischen Operationen ersten Ranges im Innern von Russland, Warschau der westlichste. Die Längendifferenz dieser beiden Städte beträgt  $28^{\circ}$ . Diese Operationen werden aber in gleicher Genauigkeit  $12^{\circ}$  weiter bis Jekaterinenburg jenseits des Ural

geführt werden, um damit einen Fundamentalpunkt für die Aufnahme der dortigen Minen und der geographischen Arbeiten in Sibirien zu gewinnen.

Man sieht aus diesem Auszuge der Mittheilungen des Herrn Staatsrathes v. Struve, dass die russischen Vermessungen, nachdem sie hinsichtlich ihrer Genauigkeit mit den berühmtesten Operationen dieser Art von jeher gleichen Schritt gehalten, an Grossartigkeit und wissenschaftlicher Bedeutung alle ähnlichen Arbeiten anderer Staaten in kurzer Zeit weit übertreffen werden. Die ausserordentlichen Schwierigkeiten, welche in diesem „unermesslichen“ Reiche zu überwinden waren, haben einer erleuchteten, wo es so wichtige Resultate zu gewinnen galt, kein Opfer scheuenden Regierung eben nur dazu gedient, durch trefflich gewählte Koryphäen des Faches dem Lande um so glänzenderen und dauernderen Ruhm zu verschaffen. Unserem Vaterlande aber muss man dazu Glück wünschen, dass es ihm durch die Muncifenz seiner erhabenen Monarchen und die vom schönsten Erfolge gekrönten Bemühungen seiner längst und allgemein als ausgezeichnet anerkannten Militär-Geodäten vorbehalten blieb eines der ersten Glieder in die grosse Kette von Operationen zu fügen, durch welche es in nun nicht mehr ferner Zukunft gelingen wird, wenigstens innerhalb Europa's Grenzen die Gestalt unseres Planeten übersichtlich zu erkennen. Zur Erreichung dieses Zieles aber sind auch von österreichischer Seite schon höchst bedeutende Grundlagen vorbereitet.

Das Dreiecknetz, welches im Jahre 1822 für die Messung eines Bogens des mittleren Parallels in Piemont <sup>1)</sup> diente, bezieht sich <sup>2)</sup> gegen West auf zwei Grundlinien, die eine in den Landes bei Bordeaux von Oberst Brousseau, die andere bei Gourbera, unweit Dax von Oberst Coraboeuf gemessen, gegen Ost auf die von den Astronomen der Brera zu Mailand am Ticino gemessene Basis. Reducirt man die letztere auf das Niveau des Meeres, so findet man mit den französischen Rechenmethoden für ihre Länge 5130.3570 Toisen oder 9999.254 Mètres <sup>3)</sup>. Dieselbe Grundlinie, abgeleitet aus der oben erwähnten bei Bordeaux, ergibt sich zu 9999.455 M., aus der bei Gourbera zu 9999.286 Mètres, eine gewiss ebenfalls ausserordentlich schöne Übereinstimmung.

Die Schweiz verband zur Prüfung ihrer in den Jahren 1832—1835 ausgeführten und sich auf zwei Basen bei Zürich und Aarberg stützenden geodätischen Vermessungen <sup>4)</sup> dieselben gegen Westen mit der französischen, gegen Osten mit der deutsch-österreichischen Triangulation in Tirol, und gegen Süden mit jener des lombardischen Königreiches. Die Verbindung mit Tirol konnte damals noch keinen Erfolg haben, da das Dreiecknetz dieses Landes nur eben zum Zwecke der Vereinigung einiger isolirter topographischer Pläne provisorisch bestand. Um diesem Mangel abzuhelfen haben die k. k. Ingenieur-Geographen Auftrag erhalten, die Vermessung von Tirol wieder aufzunehmen, was im verflossenen Jahre geschah. Im künftigen Jahre hofft man dann nicht nur die Verbindung mit der Schweiz, sondern auch überdies im Norden von Tirol mit Baiern zu bewerkstelligen, wozu die Einleitungen bei den betreffenden Regierungen schon getroffen sind. — In der Verbindung der Lombardie mit der Schweiz <sup>5)</sup> zeigte sich wieder eine sehr befriedigende Übereinstimmung. Die beiden gemeinschaftlichen Seiten ergaben sich wie folgt:

	Schweiz. Verm.	Österr. Triang.	Diff. S—O.
Pizzo Menone — Pizzo Forno	44572.12 M.	44571.78 M.	+ 0.34 M.
Pizzo Menone — Monte Legnone	21124.54 „	21124.23 „	+ 0.31 „

<sup>1)</sup> Opérations géodésiques et astronomiques pour la mesure d'un arc du parallèle moyen exécutée en Piemont et en Savoie. Milan 1827.

<sup>2)</sup> Mesure d'un arc du parallèle moyen entre le pôle et l'équateur par Mr. le colonel Brousseau. Limoge 1839.

<sup>3)</sup> Effemeridi di Milano pel 1843.

<sup>4)</sup> J. Eschmann, Ergebnisse der trigonometrischen Vermessung in der Schweiz. Zürich 1840.

<sup>5)</sup> Annalen der Wiener Sternwarte, XXXIII. Band, 1. Heft.



Die gemeinschaftlichen Höhen beziehen sich von österreichischer Seite auf das adriatische, von schweizerischer auf das atlantische Meer, nämlich auf die auch von französischen Geodäten bestimmte Höhe des Mont Chasseral (1609.57 M.) über dem atlantischen Ocean, und zeigen folgende wieder ganz unbedeutende Unterschiede :

	Absolute Höhe.		
	Schweiz. Verm.	Österr. Triang.	Diff. S—O.
Monte Legnone	2611.68 M.	2610.9 M.	+ 0.8 M.
Pizzo Menone	2247.32 „	2246.6 „	+ 0.7 „
Pizzo Forno	2907.43 „	2908.7 „	— 1.3 „

Mittelst der österreichischen Operationen in Italien <sup>1)</sup> und eines über Rimini gehenden Netzes wurde die Basis am Ticino mit jener des Volturmo verbunden, welche vom verstorbenen General Visconti durch eine Berge'sche Kette gemessen war. Diese Grundlinie wurde zuerst zu 6705.19 neapolitanischer Passi angenommen, durch eine spätere Vergleichung der erwähnten Kette aber mit einem Troughton'schen aus London bezogenen Grundmaasse fand sich dafür 6703.554 Passi. Der neapolitanische Passo ist der tausendste Theil der Minute des mittleren Meridiangrades der Erde, unter der Voraussetzung, dass der Meridianquadrant 10000724 Mètres enthalte. Es ist somit der neapolitanische Passo gleich 1.8519859 Mètres, daher die besagte Basis am Volturmo von neapolitanischer Seite zu 12414.89 M. anzunehmen. Dieselbe Grundlinie wurde durch die österreichische Vermessung, wieder hinreichend übereinstimmend zu 12416.42 Mètres gefunden, unter Annahme des Werthes 9999.254 Mètres für die Basis am Ticino.

Die Höhenbestimmungen gingen hier für die österreichische Triangulation vom mittelländischen Meere bei Fiumicino und bei der Mündung des Ombrone, für die neapolitanische von Neapel aus, und ergaben

	Absolute Höhe.		
	Neap. Verm.	Österr. Triang.	Diff. N—O.
Pizzo di Sevo	2419.71 M.	2420.08 M.	— 0.37 M.
Monte Petrella	1531.72 „	1533.24 „	— 1.52 „
Monte Terminillo	2213.77 „	2215.93 „	— 2.16 „

Die letzte Messung gründet sich in der diesseitigen Operation nur auf eine einfache Zenithdistanz.

Bei den österreichischen Vermessungen im Kirchenstaate und in Toscana beziehen sich die Höhenangaben auf das mittelländische Meer bei Fiumicino, bei der Mündung des Ombrone und bei Livorno. In der Gegend von Rimini stösst diese Triangulation auf sechs Punkte, deren Höhe schon früher durch französische Geodäten vom adriatischen Meere aus bestimmt worden. Von diesen sechs Punkten geben, bei einer Entfernung der beiderseitigen Ausgangsstationen von etwa 30 d. M., drei das mittelländische Meer im Durchschnitte 0.57 M. höher, und drei 0.40 M. tiefer als das adriatische, eine Übereinstimmung, die wieder nichts zu wünschen übrig lässt, und aus der zugleich folgt, dass auch diese beiden Meere sich im selben Niveau befinden.

<sup>1)</sup> Annalen der Wiener Sternwarte. XXXIII. Band, 3. Heft, und F. Fergola, Relazioni delle operazioni geodetiche nel Regno di Napoli.

Combinirt man dieses Resultat mit den oben erwähnten ähnlichen Ergebnissen für die Ostsee, das schwarze und adriatische Meer, so wie mit den aus französischen und deutschen Vermessungen folgenden Daten über die Höhe des atlantischen, des mittelländischen Meeres und der Nordsee <sup>1)</sup>, so gelangt man zu dem interessanten Schlusse, dass alle unseren Welttheil umspülenden, zusammenhängenden Meere nahe gleich hohen mittleren Spiegel haben, eine Thatsache, an deren allgemeinem Bestehen auf der ganzen Erdoberfläche nach bekannten neueren Erfahrungen über das rothe Meer, den stillen Ocean u. a. nun kaum mehr zu zweifeln ist.

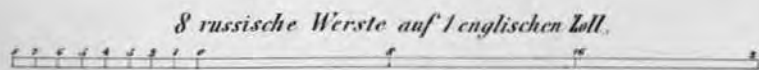
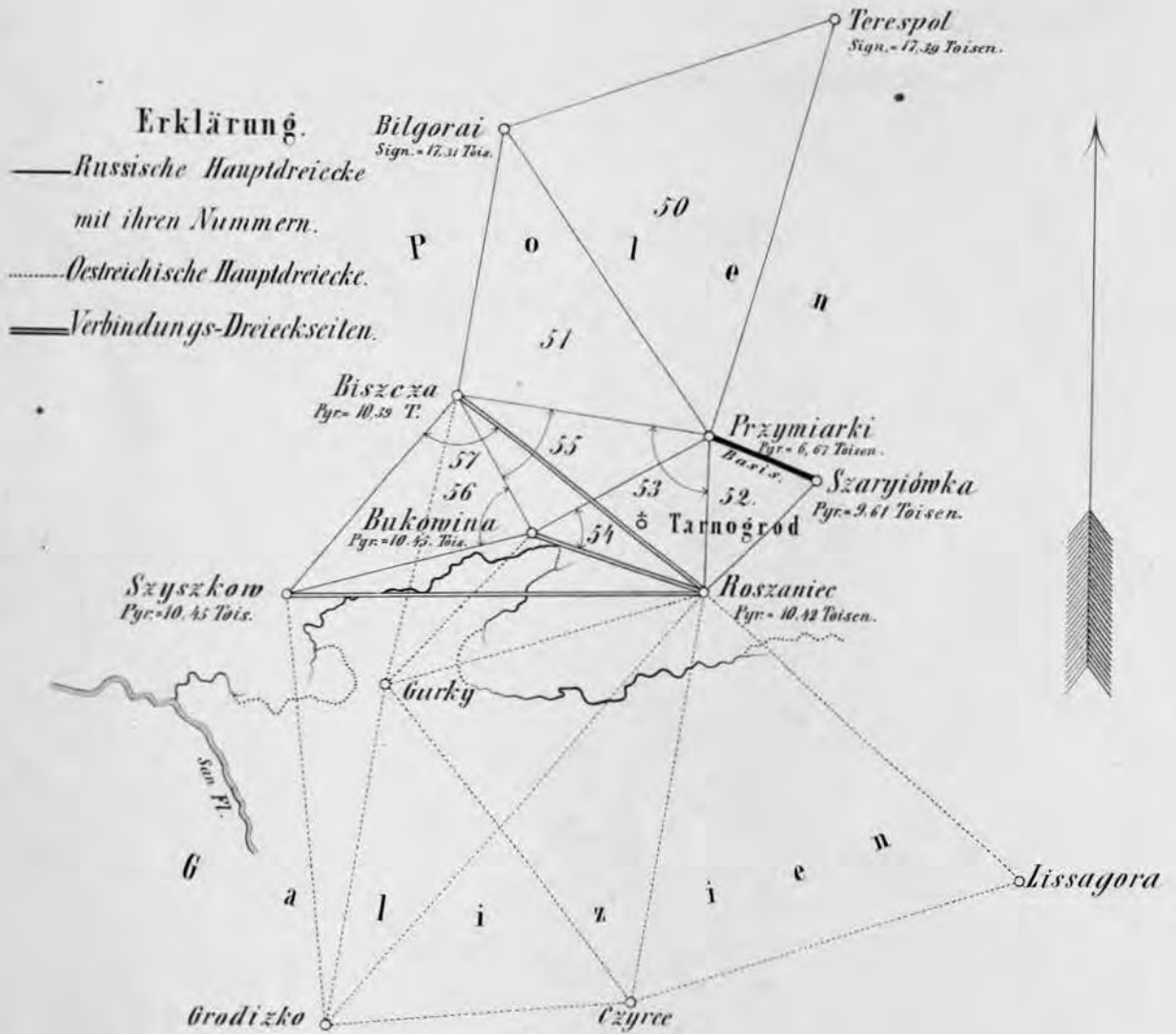
Dieser kurze Abriss genüge zu zeigen, wie mächtig der grosse hier verfolgte Zweck: die Triangulationen der verschiedenen Staaten Europa's zu einem Ganzen zu verschmelzen, durch die eben besprochene Verbindung der russischen mit den österreichischen Vermessungen gefördert wurde, indem wir nun hoffen dürfen, in kurzer Zeit diesen Welttheil wenigstens nach zwei diametralen Richtungen: vom atlantischen Ocean bis zum kaspischen See, vom mittelländischen bis zum Eismeeere gleichsam mit einem einzigen, weil überall völlig ausgeglichenen Dreiecknetze überzogen zu sehen.

---

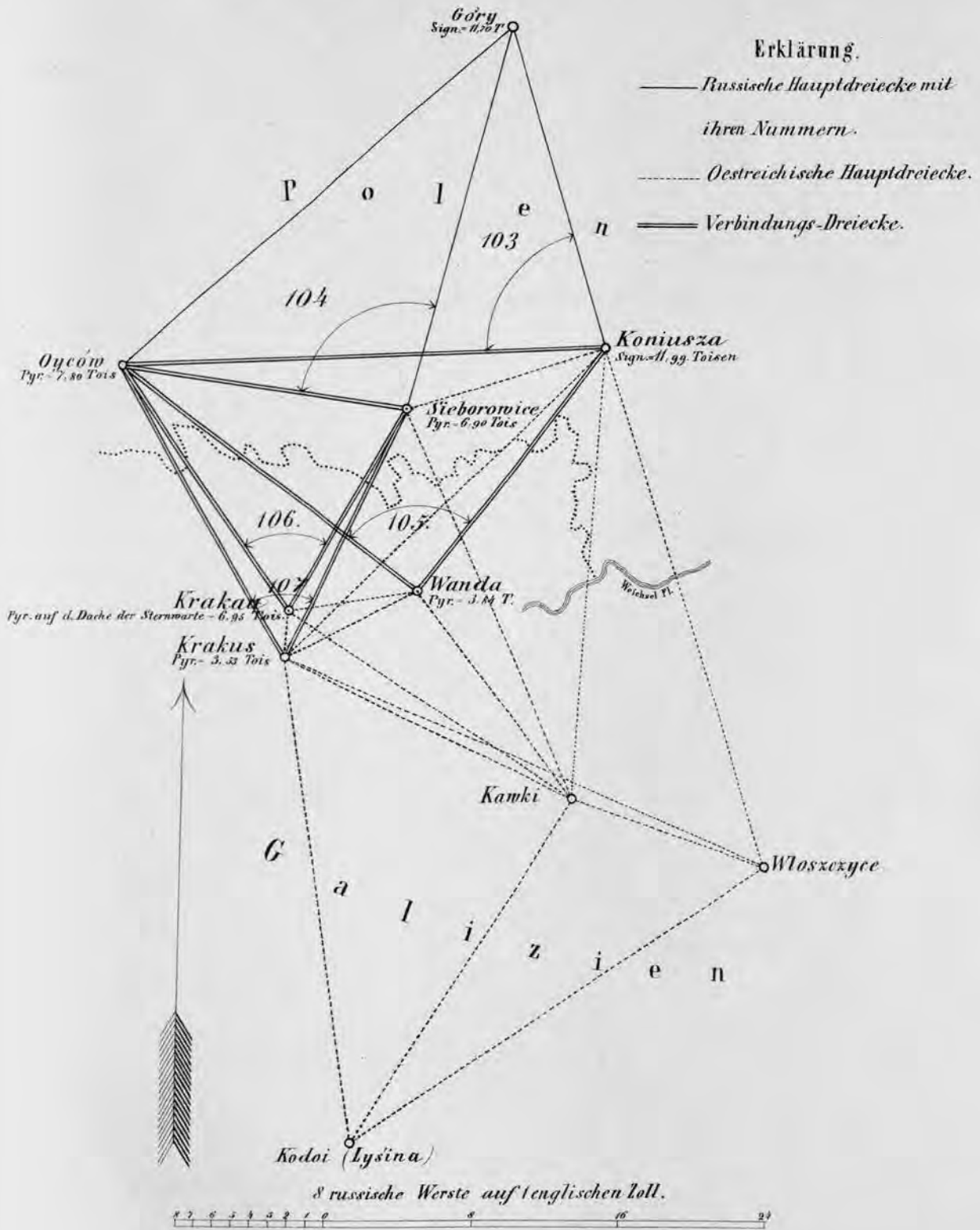
<sup>1)</sup> Bulletins de l'Académie R. des Sciences de Bruxelles 11. Oct. 1851.

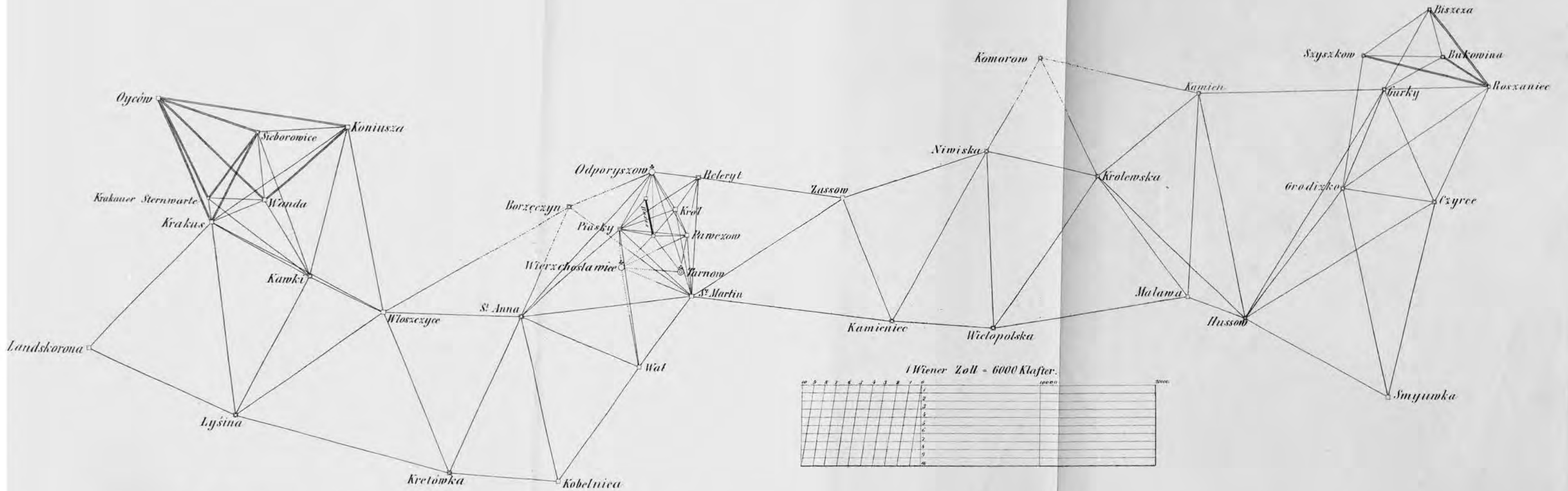
---

**Erklärung.**  
 — Russische Hauptdreiecke  
 mit ihren Nummern.  
 ..... Oestrichische Hauptdreiecke.  
 == Verbindungs-Dreieckseiten.



Aus d. k. k. Hof- u. Sta. at. druckerei.





Erklärung. Die doppelt gezogene Linien sind die zur Vergleichung dienenden Dreieckseiten.