

Werk

Titel: Uebersicht der astronomischen und geodätischen Arbeiten in Russland

Ort: Berlin

Jahr: 1859

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365622_1859_0006|log52

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

X.

Uebersicht der astronomischen und geodätischen Arbeiten in Rußland bis zum Jahre 1855.

Der russische General der Infanterie von Schubert, welcher seit zwanzig Jahren mit der Oberleitung der geodätischen Arbeiten in Rußland betraut war und selbst einen großen Theil der dortigen Triangulirungen ausführte, hat es unternommen, das, was bis jetzt in der genannten Richtung in Rußland geschehen, in einem nach Inhalt und Form gleich ausgezeichneten Werke dem Publicum vorzulegen ¹⁾. Zu dem Ende mußte er die Materialien aus den Acten der Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, den Schriften der topographischen und hydrographischen Depots, sowie aus anderen zerstreuten Werken sammeln, welche bedeutende Arbeit er in nicht ganz zwei Jahren vollendete. Der Glanzpunkt derselben ist die angefügte große Tabelle mit den Ortsbestimmungen von nicht weniger als 14,531 Punkten in allen Theilen des großen Reiches. Diese Tabelle ist durch die Auseinandersetzung der bei den Triangulirungen angenommenen Verfahrensweisen, und der Resultate der astronomischen Reisen eingeleitet. Was aber das Publicum noch mehr interessiren muß, ist die an der Spitze des Werkes stehende historische Entwicklung aller dieser Arbeiten in Rußland, aus der wir nun im Nachstehenden einen Auszug geben, aus welchem erhellen dürfte, in welch' großartigem, dem Umfange des Reiches entsprechenden Maßstabe Rußland auf diesem Gebiete gearbeitet hat.

Während des ganzen 18ten Jahrhunderts war die Academie der Wissenschaften allein mit der Feststellung der Geographie in Rußland betraut. Damals war weder eine astronomische Position bestimmt, noch gab es eine einigermaßen brauchbare Karte. Die Astronomen der Academie mußten erst die Pläne zu den astronomischen Arbeiten entwerfen, die Reisen selbst unternehmen, die Beobachtungen anstellen

¹⁾ *Exposé des travaux astronomiques et géodésiques exécutés en Russie dans un but géographique, jusqu'à l'année 1855. Avec un atlas et un supplément. St. Pétersbourg 1858.*

und sie nachher berechnen. Selbst die untergeordneten Geschäfte, wie die Vermessung des Landes und die Fertigung der Karten, lagen der Academie ob.

Wenn man namentlich die hinsichtlich des Personals geringen Mittel bedenkt, welche der Academie zu Gebote standen, indem die Zeichner, Stecher etc. alle erst angeleitet werden mußten, und zugleich die große Zahl der durch sie veröffentlichten Karten überschaut, so muß man zugestehen, daß sie ihre Aufgabe rühmlich löste, wie wir dies aus dem Folgenden deutlicher ersehen werden.

Joseph de l'Isle, der erste Petersburger Astronom, beschäftigte sich gleich bei seinem Eintritt in die Academie mit Arbeiten im Interesse der mathematischen Geographie in Rußland. Von ihm ging der erste Vorschlag zu astronomischen Reisen zum Behufe von Ortsbestimmungen aus.

Sein Bruder Louis, genannt la Croyère, wurde demzufolge (1727) nach Archangelsk geschickt, um Länge und Breite dieses wichtigen Punktes zu bestimmen. Derselbe bestimmte außerdem noch 13 Punkte von der Insel Kildin ($69^{\circ} 20'$) bis Wologda ($59^{\circ} 14'$). Indessen zeigte sich später, daß er keineswegs mit gewissenhafter Genauigkeit zu Werke gegangen war.

Wichtiger für den astronomischen Theil der Geographie war die (1733) auf Befehl der Kaiserin Anna nach Sibirien und Kamtschatka unternommene Expedition, deren astronomische Mitglieder la Croyère und Krasilnikoff waren. Auch Joseph de l'Isle ging (1740) dahin ab und bestimmte einige Punkte. Das Hauptverdienst dieser Reise in astronomischer Beziehung gebührt Krasilnikoff, dessen Beobachtungen von 1736 — 1745 die ersten ziemlich genauen Positionen von Sibirien und Kamtschatka gaben, wobei die Längen durch Beobachtung der Trabanten des Jupiter bestimmt wurden. Krasilnikoff wurde nach seiner Rückkehr der Academie beigegeben und setzte seine Beobachtungen zu Moskau und in den Häfen der Ostsee-Provinzen fort. Aus den 1750 und 1760 veröffentlichten Denkschriften der Academie ergibt sich, daß Krasilnikoff 11, Joseph de l'Isle 3 und la Croyère eine Position in Sibirien und Kamtschatka bestimmten. Außerdem wurden 23 Breiten (ohne Längen) gefunden. Hierzu kommt noch die Bestimmung des Petersburger Observatoriums durch verschiedene Astronomen und die von Arensburg durch Grischoff.

Der erste Durchgang der Venus (1760) gab die Positionen Selenginsk und Tobolsk, sowie die Breite von Irkutsk, der zweite gab die Punkte Orenburg, Orsk, Gurieff, Jakutsk, Umba, Ponoj und Kola. Dabei dauerten die Reisen fort, der Akademiker Krafft bestimmte (1769 — 1770) die Positionen von Ufa, Syschran, Tscherkask, Kieff und Ka-

menez-Podolsk; Lowitz beobachtete verschiedene Punkte der kaukasischen Linie, wurde aber während seiner Nivellirungen zwischen Don und Wolga auf Pugatscheff's Veranlassung ermordet. Sein Begleiter Inochodtsoff rettete mit Mühe sein Leben und einige Papiere, so daß von einer sechsjährigen Arbeit (bis 1776) nur die Ortsbestimmungen von Saratoff, Tsarizyn und Dmitrefsk übrig blieben. Islenieff und Chr. Euler waren glücklicher; der erstere beobachtete zu Jakutsk nicht nur den Durchgang der Venus, sondern auch 8 Sternbedeckungen (durch den Mond), 2 Sonnenfinsternisse und 14 Finsternisse von Trabanten. Er verglich ferner mittelst des Fernrohrs seines Quadranten den Durchgang des Mondes mit den Durchgängen der Sterne auf der Mond-Parallele, um durch die geraden Mond-Aufsteigungen die Erdlängen zu finden. Im Jahre 1770 bestimmte er die Positionen von Barnaul, Smeinogorsk, Ust-Kamenogorsk und Astrachan, sowie die Breiten von 7 anderen Positionen. In den Jahren 1771 und 1772 wurde er in die Moldau und Walachei, und 1773 in die westlichen Provinzen geschickt, wobei er 9 Punkte und 6 Breiten bestimmte. Zu letzteren Operationen bediente er sich eines beweglichen Quadranten von Sisson mit einem Halbmesser von $2\frac{1}{2}'$, den er mit äußerster Genauigkeit handhabte. Chr. Euler, der die Venus zu Orsk beobachtet hatte, bestimmte auf seinen späteren Reisen noch 10 Punkte in dem südlichen Theile des Reiches, worunter 8 Längen.

Im Jahre 1779 befahl die Kaiserin Katharina eine neue astronomisch-geographische Reise, welche bis 1785 dauerte und von Inochodtsoff geleitet war, dem Tschernoi als Adjunct beigegeben wurde. Die Instrumente wurden der Sammlung für die Beobachtung der Venus entnommen, und trotz der schwierigen Transport-Verhältnisse ihrer nicht wenige aufgepackt. Die Frucht dieser Reise war die vollständige Beobachtung von 14 Punkten. Im Jahre 1785 erhielt Tschernoi die Weisung, sich nach der Krim zu begeben und die wichtigsten Positionen derselben zu bestimmen. Nachdem er Eupatoria, Sebastopol und Jenikale ganz, und von Perekop und Feodosia die Breite bestimmt hatte, wendete er sich mit seinem Gehilfen Arnoldi nach der kaukasischen Linie, um die durch Lowitz' Ermordung verlorenen Positionen wieder zu gewinnen. Allein nachdem er die Position von Mosdok bestimmt hatte, wurde er zwischen hier und Stawropol von den Lesghiern überfallen, welche seine Instrumente und Papiere vernichteten und den jungen Arnoldi für immer in die Sklaverei führten. — Der Krieg mit Schweden hemmte eine (1790) von Chr. Euler zu Ortsbestimmungen in Finnland unternommene Reise.

Während der ganzen Periode seit dem ersten Durchgang der Venus hatten sich die Astronomen der Academie, Rumofski, Lexell und

Inochodtsoff, sowie der Physiker Krafft mit der Berechnung der Positionen beschäftigt, wobei sie in Betreff der Längen die Reisebeobachtungen mit den am Observatorium der Academie und an anderen Orten angestellten verglichen und hierüber zahlreiche Denkschriften veröffentlichten.

In den Berliner Ephemeriden für 1789 veröffentlichte Rumofski eine Tabelle der geographischen Positionen Rußlands; dieselbe fand in Méchain's *Connaissance des temps* gleichfalls eine Aufnahme. Diese Tabelle, welche als das Resultat der astronomisch-geographischen Arbeiten Rußlands im vergangenen Jahrhundert zu betrachten ist, enthält 57 vollständige Positionen in Rußland, und 5 in der Moldau und Walachei. Rechnet man hierzu 5 von Rumofski vergessene Positionen, so erhält man im Ganzen 67, welche Struve zum größeren Theil mit neueren und genaueren Bestimmungen verglichen hat. Die Unterschiede in Betreff der Breiten rühren hauptsächlich davon her, daß bei den alten Positionen der Beobachtungsort innerhalb einer Stadt nicht angegeben ist. Was die Längen anbelangt, so fand Struve einen durchschnittlichen Fehler von 8' im Bogen oder 32" in der Zeit, ein in Anbetracht der Unvollkommenheit der früheren Instrumente sehr befriedigendes Resultat. Die meisten Längen waren auf die Finsternisse der Jupiters-Trabanten basirt; doch fanden nicht immer correspondirende Beobachtungen Statt, so daß man sie mit den Tabellen vergleichen mußte. Die Summe von 67 Positionen erscheint sehr gering; wenn man aber bedenkt, daß um diese Zeit in den andern Ländern Europa's noch nicht einmal so viel bestimmt waren, so muß jenes Resultat ein rühmliches genannt werden.

Ein topographisches Depot, unter dem Namen Karten-Depot, war schon unter Kaiser Paul gegründet worden. Es sollte die Oberleitung über die Aufnahmen des Generalstabs führen. Allein erst unter Kaiser Alexander I. bekam dieses Institut den rechten Schwung, und nach 1820 wurde der Umfang seiner Arbeiten ein collossaler. Der General-Quartiermeister General Suchtelen und der Director des Karten-Depots Oppermann empfanden das Bedürfnis einer guten Karte von Rußland für militärische Zwecke. Sie setzten daher auf den Grund der in vielen Gouvernements gemachten Aufnahmen der Feldmesser und einiger durch Offiziere des Generalstabs vorgenommenen Messungen eine hundertblättrige Karte des Landes zusammen, welche viel treffliches Detail enthielt. Allein man empfand den Mangel einer gehörigen Anzahl astronomisch bestimmter Positionen, als Grundlagen der Totalgenauigkeit, hierbei so sehr, daß General Suchtelen den Akademiker Schubert anging, eine Anzahl Offiziere des Generalstabs für astronomische Beobachtungen auszubilden.

Schubert widmete sich von 1802 an zwanzig Jahre lang der Instruction dieser Offiziere und schrieb zu diesem Behufe einen trefflichen Leitfaden über die astronomische Ortsbestimmung. Dabei wählte er einen ungleich einfacheren Apparat als ehemals, der aus einem Reflexions-Sextanten, einem Taschen-Chronometer, einem künstlichen Horizont und einem achromatischen Fernrohr von $3\frac{1}{2}'$ bestand und deshalb sehr leicht zu transportiren war. An die Stelle der Beobachtung der Jupiters-Trabanten setzte er die Messung der Lunar-Distanzen. Unter jenen Offizieren haben sich folgende seitdem einen Namen gemacht: der jüngere Schubert, Thesleff I., Thesleff II., Kotzebue und Tenner.

Im Jahre 1804 fand die erste Expedition in dieser neuen Weise statt. Der jüngere Schubert und Thesleff II. gingen auf Befehl des Kaisers Alexander I. nach Polozk und bestimmten diese Stadt. Im März desselben Jahres begaben sie sich nach dem Norden und bestimmten 7 wichtige Punkte. Hierbei wurde namentlich die Länge von Archangelsk rectificirt.

Im Jahre 1805 machte der Akademiker Schubert eine Reise nach Irkuzk, in Begleitung derselben Offiziere, und bestimmte von Rußland nach Sibirien 10 Punkte, wozu noch 10 Positionen jenseits des Baikal-Sees kamen, welche Thesleff II. in den Jahren 1805 und 1806 bestimmte. Die Berechnung sämmtlicher geschah durch den Akademiker Schubert nach dessen Rückkehr und wurde in den Memoiren der Academie 1811 veröffentlicht.

Im Jahre 1806 bestimmten Thesleff I. und Schubert d. j. die Positionen Narwa und Rewal, und Thesleff I. allein später noch die vier Punkte: Wiburg, Rosensalm, Salmis und Serdobol.

Nachdem so für die nördlichen Theile des Reichs Vieles geschehen war, beschloß die Academie, in ähnlicher Weise für den Süden zu sorgen. Sie sandte eins ihrer Mitglieder, Wischniefsky, dahin, der von 1806 an bis 1815 in dieser Richtung thätig war, dabei aber von dem bisher befolgten Systeme abwich.

Die Lunardistanzen geben nämlich genügend genaue Positionen für eine erste Approximation, es ist jedoch nicht möglich, auf einige Secunden die Länge darnach zu bestimmen. Man mußte daher bei einer Reise, auf welcher alle wichtigen Punkte des europäischen Rußlands mit äußerster Genauigkeit bestimmt werden sollten, eine vollkommenere und zugleich schnelle Methode anwenden. Wischniefsky bediente sich daher für die Breiten- und für die Zeitbestimmung eines Reflexions-Sextanten von Troughton, von 10" Halbmesser, und zweier Taschen-Chronometer; die Längen von 17 Hauptpunkten dagegen bestimmte er lediglich mittelst der Sternbedeckungen durch den Mond und

einiger Sonnenfinsternisse. Der Uebertrag der Zeit mittelst der Chronometer bestimmte die Längen der Zwischenpunkte zwischen den Hauptpunkten, nach einer Art chronometrischer Interpolation. Der Berg Elborus im Kaukasus endlich wurde durch Messung der Azimuths der Gipfel, die von zwei in Breite und Länge astronomisch bestimmten Punkten aus vorgenommen wurde, den Positionen angereiht, und bei dieser Operation zugleich mittelst der Verticalwinkel die genaue Höhe dieses hervorragenden Berges gemessen. Die von Wischniefsky bestimmten Punkte gehen von Libau ($38^{\circ} 40' \text{ L.}$) bis Jekaterinburg ($78^{\circ} 14' \text{ L.}$) und umfassen somit 40 Längengrade, und von Mesen ($65^{\circ} 50' \text{ Br.}$) bis zum Elborus ($43^{\circ} 21' \text{ Br.}$), oder $22\frac{1}{2}$ Breitengrade, mit 250 bestimmten Punkten, nämlich allen Gouvernements- und den meisten Bezirksstädten des europäischen Rußlands, und zwar sind diese Bestimmungen, wie Proben mit noch genaueren Methoden dargethan haben, mit der äußersten Genauigkeit gegeben, so daß man Wischniefsky's Arbeit als die umfassendste und bedeutendste des Jahrhunderts in dieser Richtung bezeichnen kann. Leider starb er, ehe er sein Werk veröffentlichen konnte, so daß man nur die Resultate, nicht aber das System und die Operationen kennt.

Während der Kriege 1805 bis 1815 erlitten die geodätischen Arbeiten eine Unterbrechung, doch wurde damals der erste Versuch einer Triangulirung nach einer indessen sehr kleinen Scala gemacht und zwar mit der Stadt Petersburg, welche Dr. Pansner mittelst der Winkelmessscheibe ausführte. Es war dies eine noch sehr unvollkommene Arbeit. Als aber nach dem Frieden der Chef des Generalstabs, Fürst Wolchonsky, das Karten-Depot unter sich bekam, ordnete er an, daß die Aufnahmen, welche bisher nur nach dem Bedürfnisse des Augenblicks und ohne System geschehen waren, nunmehr in regelmäßiger Weise, nach einem bestimmten System und nach genauen Methoden beginnen sollten. Leider galt damals die Triangulirung Frankreichs für die vollkommenste, weshalb man als Instrument die dort gebrauchte Winkelmessscheibe und als System die Wiederholung der Winkelmessungen, zur Berechnung aber das Werk Pissant's als Grundlage annahm, und hiernach die erste Triangulirung (1816) im Gouvernement Wilna vornahm.

In diesen Methoden — astronomischen und geodätischen — brachten jedoch die Gründung von Reichenbach's Atelier in München mit seinen nach einem neuen System construirten Instrumenten und der Vollkommenheit ihrer Eintheilung, sowie die trefflichen Fernröhre von Fraunhofer eine vollständige Aenderung hervor. Man verließ alle Winkelmessungen in geneigten Ebenen und beschränkte sich auf die Messung von Vertikal- und Horizontalwinkeln. Zugleich ver-

vollkommneten die Untersuchungen von Gauß, Bessel und Struve die Beobachtungsmethode, das Berechnungssystem und führten die Anwendung der jetzt fast übertriebenen Methode der kleineren Quadrate zur Feststellung des wahrscheinlichen Irrthums in den Beobachtungen ein. Zugleich wurde das Geschäft der geographischen Ortsbestimmungen durch die Einführung des Passagen-Instruments, mit welchem zu Bestimmung der Breite der Durchgang der Sterne durch die erste Verticale, und in Beziehung auf die Länge die Culminationen des Mondes beobachtet werden, wesentlich erleichtert.

Um diese neuen Instrumente im Interesse der Topographie Rußlands verwenden zu können, brauchte man Individuen, welche sich derselben zu bedienen verstanden, weshalb General von Schubert im Jahre 1821 den Plan zur Bildung eines Topographen-Corps vorlegte, welcher sofort in Ausführung kam. Schubert selbst wurde zum Chef desselben ernannt und mit dessen Organisation betraut. Dasselbe bestand aus einer Topographen-Compagnie in St. Petersburg (Compagnie des topographischen Depots) mit einer Schule, in welcher die Topographen Unterricht in der Mathematik, im Zeichnen, in der Topographie, deutschen Sprache, im Kupferstechen etc. erhielten; und aus 8 Topographen-Compagnien, welche den verschiedenen Aufnahmen im Lande und den Armeen zugetheilt wurden. Nachdem die Topographen einen Cursus an der Petersburger Schule durchgemacht und ein sehr strenges Examen bestanden hatten, wurden sie zu Offizieren des Topographen-Corps ernannt und nur zu geodätischen Arbeiten verwendet. Um diesen Offizieren auch die nöthige praktische Gewandtheit in astronomischen Beobachtungen zu verschaffen, veranlaßte General v. Schubert, daß Struve in Dorpat für die vorzüglichsten Offiziere des Generalstabs, des Topographen-Corps und des Piloten-Corps einen Cursus in der praktischen Astronomie und höheren Geodäsie gab. Die Schule lieferte die ausgezeichneten Männer, welche sich in der Folge durch ihre astronomischen und geodätischen Arbeiten Ruf erwarben: Wrontschenko, Rosenius, Oberg, Melan, Maximoff, Woinoff, Wasilieff, Goriunoff, Slobin, Schwareff. Aus jenem Topographen-Corps aber ging die große Menge Topographen, welche die Aufnahmen in den Gouvernements ausführten, sowie die zahlreichen Graveurs hervor, welche die vielen schönen Karten stachen, die das topographische Depot veröffentlichte; endlich auch die Topographen-Compagnie des Domaine-Ministeriums, von deren Mitgliedern in der Folge die Kataster-Aufnahmen besorgt wurden.

Noch ehe diese Vorstudien im Interesse der Topographie stattfanden, hatte die landwirthschaftliche Gesellschaft von Livland (1816) beschlossen, auf den Grund der durch die Landes-Geometer

gemachten Special-Aufnahmen eine Detail-Karte der Provinz herauszugeben. Da sich jedoch auch hier wieder der Mangel an bestimmten Punkten zu Feststellung des Netzes zeigte, so übernahm Struve auf die Bitte der Gesellschaft die Triangulirung der ganzen Provinz, die er während der Jahre 1816 und 1819 nur mittelst eines Reflexions-Sextanten ausführte. Diese Triangulirung brachte den berühmten Astronomen auf den Gedanken, einen Meridianbogen zu messen. Vorläufige Terrainstudien überzeugten ihn, daß es möglich sein werde, den Meridian von Dorpat von Hochland ($60^{\circ} 5' \text{ Br.}$) bis Jakobsstadt ($56^{\circ} 30' \text{ Br.}$) zu messen, welche Arbeit dann auch nach den nöthigen Vorarbeiten im Jahre 1822 ausgeführt wurde, und von Struve in einem besonderen Werke ausführlich beschrieben ist. Da nun aber die Dreiecke des Gouvernements Wilna bis ganz nahe an Jakobsstadt gehen, so kam der Chef dieser Triangulirung, General Tenner, auf die Idee, sie mit der Struve's zu verbinden und zu einer Verlängerung der Messung eines Meridianbogens zu verwenden. Da Tenner in der Folge auch die Triangulirung der Gouvernements Grodno, Wolhynien, Podolien und Bessarabien zu besorgen hatte, deren Dreiecke sich in ihrer Hauptmasse von Norden nach Süden erstrecken, so verlängerte er den Bogen bis Staro-Nekrasowka an der Donau ($45^{\circ} 20' \text{ Br.}$). Im Jahre 1830 legte Struve einen Plan zur Verlängerung desselben nach Norden vor, woran von den Generalstabs-Offizieren Rosenius, Melan und Oberg bis 1835 gearbeitet wurde. Diese Arbeiten wurden später durch den Astronomen Woldstedt bis Torneå ($65^{\circ} 51' \text{ Br.}$) fortgesetzt; schwedische und norwegische Astronomen verlängerten ihn endlich noch bis Fuglenäs ($70^{\circ} 40' \text{ Br.}$), was im Ganzen einen Bogen von $25^{\circ} 20'$ giebt. Ueber diese ungeheure Arbeit steht ein großes Werk von Struve in Aussicht.

Wir gehen nun auf die großen trigonometrischen Arbeiten über, welche seit 1816 in Rußland stattfanden. In diesem Jahre begann General Tenner die Triangulirung des Gouvernements Wilna, welche mit Winkelmessungen begonnen und nach dem französischen System durchgeführt wurde. Nachdem jedoch (1821) General v. Schubert die Münchener Instrumente eingeführt hatte, wurde jene Messungsweise verlassen. Im Jahre 1822 bekam Tenner die Triangulirung Kurlands, 1825 die von Grodno, 1830 die von Minsk, 1836 die von Wolhynien und Podolien und 1843 von Bialystok und Kieff. Alle diese Triangulirungen bildeten eine ununterbrochene Reihe und waren von denselben Offizieren, mit denselben Instrumenten und nach derselben Methode ausgeführt worden. Der Ausgangspunkt war Niemez. Diese Triangulirung schließt sich im Norden an die Messung des Struve'schen Meridianbogens, im Osten an die Arbeiten

Schubert's, im Westen an Bessel's preussische Triangulirung bei Memel.

Im Jahre 1820 bekam General v. Schubert die Triangulirung des Gouvernements St. Petersburg, an welche sich bald die von Pskoff und Witebsk sowie eines Theils von Nowgorod anschloß. Diese Arbeit wurde mit einem großen Theodoliten aus den Ateliers des topographischen Depots begonnen, der aber schon im folgenden Jahre durch einen Münchener Theodoliten ersetzt wurde. Als Centralpunkt der Coordinaten wählte Schubert den Thurm des Observatoriums der Academie der Wissenschaften, dessen Breite vorher mit äußerster Sorgfalt und mittelst Münchener Verticalzirkel bestimmt worden war. Nachdem diese Triangulirung (1832) vollendet war, begann er 1833 die von Moskau, Smolensk und Mohileff, wobei er seine Arbeit von den zwei Centralpunkten Moskau und Smolensk aus zu gleicher Zeit begann. Nach Beendigung dieser Triangulirung ging General v. Schubert (1840) an die des Gouvernements Twer und des südlichen Theils von Nowgorod zur Verbindung mit Moskau und arbeitete bis 1844 daran, worauf General Tutschkoff sie (1847) vollendete. Inzwischen hatte Schubert die Triangulirung der Krim (1836—38) zu besorgen.

Schon früher war General v. Schubert auch zum Director des hydrographischen Depots der Marine ernannt worden, und schlug als solcher alsbald eine trigonometrische Aufnahme des Golfs von Finnland vor, welche 1828 begonnen und 1838 beendet wurde. Zu dem Ende war bei Rewal ein kleines Observatorium erbaut worden, welches alle seine Instrumente von München erhielt. Bei dieser Arbeit wurde Schubert durch den Baron Wrangel unterstützt, der auch Struve's Mitarbeiter bei Messung des Meridianbogens gewesen war. Diese Triangulirung geht von Petersburg bis an die schwedische Küste, wo sie sich an die dortige Triangulirung anschließt, bis an die südliche Spitze der Insel Oesel, wo sie mit der Tenner'schen Triangulirung von Curland zusammentrifft, während sie sich bei Hochland mit den Dreiecken des Struve'schen Meridianbogens verbindet.

Im Jahre 1840 wurde gleichfalls auf Schubert's Veranlassung die Triangulirung der Gouvernements Kaluga und Tula durch Oberst Oberg, nach der gleichen Methode, begonnen.

Wir kommen nun an die chronometrischen Expeditionen, zu denen gleichfalls General v. Schubert den ersten Anstoß gab. Die Ungenauigkeit der Ostsee-Karten bestimmte ihn nämlich, als Chef des hydrographischen Depots der Marine, eine astronomische Verbindung der Hauptpunkte dieses Meeres herbeizuführen. Zu dem Ende wurde die Mitwirkung der übrigen Uferstaaten der Ostsee in Anspruch genommen und eine Reihe temporärer Observatorien zu Lübeck, Chri-

stians-ö, Öland, Arkona, Gothland, Swatferort, Dagerort, Hochland und Kronstadt eingerichtet. Dazu kamen die permanenten Observatorien zu Kopenhagen, Altona, Danzig, Königsberg, Stockholm, Rewal, Helsingfors und St. Petersburg. Es handelte sich darum, die Längendifferenzen zwischen diesen Punkten zu bestimmen, zu welchem Ende die Regierung dem General v. Schubert den Kriegsdampfer *Herkules*, 56 Chronometer und alle nöthigen Instrumente zur Verfügung stellte. Baron Wrangel und der Piloten-Capitain Kosmin begleiteten den General auf dieser Expedition, die am 26. Mai 1833 von Kronstadt abging und am 18. September nach viermonatlichen beständigen Fahrten dahin zurückkehrte. Die Ergebnisse dieser Expedition legte Schubert in einer besonderen Schrift nieder. Ungeachtet man hierbei noch ziemlich mittelmäßige Chronometer verwenden mußte, wurden doch bei der großen Anzahl derselben sehr befriedigende Resultate gewonnen; es weicht z. B. die hierdurch festgestellte Länge des Observatoriums der Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg nur um 1,6" im Bogen von der nachher durch Struve mittelst ungleich besserer Chronometer gefundenen ab.

Während dieser Arbeiten in Rußland selbst veranlaßten militärische Rücksichten auch solche in mehreren angrenzenden Ländern. So nahm im Jahre 1828 Oberst Dittmar während des türkischen Feldzuges die Moldau und Walachei, Serbien und einen großen Theil von Bulgarien und Rumelien auf. Es war dies das erste Beispiel einer großen Aufnahme, wobei die trigonometrischen Punkte durch astronomische ersetzt wurden. Später hat man auch, jedoch mit Unrecht, mehrere Gouvernements im Innern von Rußland auf diese Weise aufgenommen, denn wenn dieselbe für militärische Zwecke vollkommen ausreicht, so ist es etwas Anderes, wenn sie die Grundlage für eine genaue Detailaufnahme bilden soll, welche letztere dann durch die nicht zu vermeidenden Fehler der astronomischen Bestimmungen mehr oder weniger gestört wird. Diese Irrthümer können bis zu $\mp 3''$ in der Breite und $\mp 6''$ in der Länge geben, was eine Ungenauigkeit von ∓ 45 Sashen (Klafter) giebt. Es könnte sich somit die Entfernung zwischen zwei astronomischen Punkten um 90 Sashen verlängern oder verkürzen, was bei militärischen Aufnahmen Nichts zu sagen hat, bei solchen mittelst Instrumenten geschehenen dagegen alle auf das Detail verwendete Sorgfalt zerstören müßte.

Im Jahre 1834 erhielt Wronschenko eine Sendung nach Kleinasien, wo er mittelst eines Steinheil'schen Prismen-Zirkels und dreier Chronometer innerhalb zweier Jahre die Position von fast hundert Punkten bestimmte. Bei der Bestimmung der Längen hielt er sich an die von Beaufort und Gauthier bestimmten vier Punkte Smyrna, Atalia,

Pera und Sinope, und führte durch zahlreiche und geschickt combinirte Reisen eine wiederholte Controle der chronometrischen Längendifferenzen herbei.

Als 1838 eine Karawane nach Teheran abging, um dem Schah von Persien Geschenke zu bringen, ging Lemm mit, um unterwegs möglichst viele Punkte zu bestimmen. Er war mit einem Steinheil'schen Prismen-Zirkel, einem kleinen Passagen-Instrument von Ertel und 4 Chronometern ausgerüstet. Er bestimmte die Hauptpunkte durch die Beobachtung der Mond-Culminationen, die Zwischenpunkte aber durch den Gang der Chronometer.

In dem gleichen Jahre ging Wasilieff nach Orenburg und in die Steppe der Kirghisen, und begleitete 1839 — 1840 die Expedition nach Chiwa, wobei er zahlreiche Ortsbestimmungen vornahm, deren Längen sich größestentheils auf Mond-Culminationen basiren.

Die geographische Thätigkeit der Academie der Wissenschaften stieg mit der Gründung des Observatoriums zu Pulkowa. Schon 1830 durfte eins ihrer Mitglieder, Fufs, die Expedition nach China begleiten und wurde mit einem Reflexions-Sextanten, einem tragbaren Passagen-Instrument und 3 Chronometern ausgerüstet, um möglichst viele Punkte in China und jenseits des Baikal-See's zu bestimmen, was er innerhalb zweier Jahre ausführte.

Im Jahre 1832 ward Fedoroff nach Sibirien geschickt, um hier eine größere Anzahl Punkte zu bestimmen, und hierzu mit einem astronomischen Theodoliten, einem Ertel'schen tragbaren Passagen-Instrument und drei Chronometern ausgerüstet. Vier und ein halbes Jahr verwendete er auf die Bestimmung von 79 Punkten, deren Längen über die Hälfte durch Beobachtung von Mond-Culminationen gefunden wurden.

Im Jahre 1836 schickte die Academie Fufs, Sabler und Sawitsch ab, um eine genaue Nivellirung zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere vorzunehmen, und die Frage über das Niveau dieser Meere endgültig zu entscheiden. Diese Nivellirung, welche zwischen Nowo-Tscherkask und Kisliar vor sich ging und durch Struve im Detail beschrieben wurde, geschah mittelst Beobachtung der Zenith-Distanzen. Die verschiedenen Stationen wurden durch eine trigonometrische Operation mit einander verbunden. Man erhielt so zahlreiche geographische Positionen, worunter den Elborus und Kasbek, welche später durch die Triangulirung Transkaukasiens mit dem Observatorium von Tiflis verbunden wurden, wodurch die Länge dieses Ortes und in Folge davon die aller andern Punkte der transkaukasischen Triangulirung gefunden wurde.

Nachdem 1839 das Observatorium von Pulkowa gegründet war,

wurde 1842 O. Struve von der Academie beauftragt, dort die totale Sonnenfinsternis zu beobachten und zugleich die Lage der verschiedenen Punkte auf dem Wege dorthin zu bestimmen. Er bekam hierzu einen astronomischen Theodoliten, ein Passage-Instrument von Ertel und 12 Chronometer, womit er Nowgorod, Moskau, Lipezk, Woronesh und Tula sehr genau bestimmte.

Vor Allem aber war es jetzt die Sorge der Academie, Pulkowa selbst ganz genau zu bestimmen, was in Betreff der Breite keine Schwierigkeit hatte. Den Längenunterschied zwischen Greenwich und Pulkowa gedachte Struve am leichtesten und sichersten durch eine chronometrische Verbindung mittelst einer großen Anzahl von Chronometern zu ermitteln, diese Operation aber, um eines regelmäßigen Ganges der Chronometer sicherer zu sein, in zwei Theile zu theilen, und zwar zuerst den Längenunterschied zwischen Pulkowa und Altona, sodann den zwischen hier und Greenwich zu suchen. Die erste Hälfte wurde 1843 durch Struve, die zweite 1844 durch dessen Sohn verarbeitet. Beide verwendeten auf ihren beständigen, je einen Sommer über währenden Dampffahrten zwischen diesen Punkten 45 Chronometer erster Qualität. Zwischen Pulkowa und Altona konnte der Transport nicht ganz zu Wasser geschehen, sondern die Chronometer mußten in Kronstadt und Lübeck auf Wagen mit Federn gebracht werden.

Im Jahre 1845 bestimmte O. Struve nach derselben Methode die Längenunterschiede zwischen Pulkowa und Moskau und Pulkowa und Warschau. Bei diesen Reisen zeigte sich, daß die Chronometer bei vorsichtigen Landtransporten ihren regelmäßigen Gang noch besser beibehalten als bei Seefahrten, wobei sie sich beständig in geneigten Ebenen befinden und hierdurch eine Seitenfriction der Zapfen zulassen.

Im Jahre 1846 erhielt O. Struve den Auftrag, die Längen von Charkoff, Nikolajeff, Kieff, Schitomir, Odessa, Kremenschug, Pultawa und Orel zu bestimmen, wobei er Moskau als Basis nahm und mit 40 Chronometern arbeitete. Die Astronomen der Observatorien zu Kieff, Charkoff und Nikolajeff unterstützten ihn hierbei, wie auch der Topographen-Offizier Schwareff.

Eine ähnliche chronometrische Expedition bestimmte 1850 den Längenunterschied zwischen Moskau und Kasan, 1853 zwischen Pulkowa und Dorpat und 1855 zwischen Moskau und Astrachan. Die Resultate derselben sind noch nicht veröffentlicht, wie dies bei allen früheren der Fall ist.

Im Jahre 1843 endlich machte der Graf Keyserling eine wissenschaftliche Reise in das Gebiet der Petschora, wobei ihn der jüngere Krusenstern begleitete und ungeachtet derselbe nur einen

Reflexions-Sextanten und drei Chronometer bei sich hatte, etliche und vierzig Positionen, und wie sich durch Nachmessungen zeigte, mit befriedigender Genauigkeit bestimmt wurden.

Unterdessen nahmen die großen Triangulirungen des topographischen Depots einen immer umfassenderen Charakter an. Die Triangulirung der Gouvernements Kaluga und Tula wurde nach Oberg's Tode durch dessen Bruder fortgesetzt, und die der Gouvernements Orel, Tschernigoff, Pultawa und Kursk hier angeschlossen. Diese noch nicht beendigte Arbeit schließt sich im Norden an die Triangulirung von Moskau, im Westen an die von Smolensk und Mohileff, im Süden an die von Klein-Rußland und bei Kieff an die des Generals Tenner an. Ferner wurde die vom General v. Schubert begonnene Triangulirung von Twer und Nowgorod durch General Tutschkoff fortgesetzt und 1847 beendigt, und hierdurch die directe Verbindung zwischen Moskau und Petersburg gewonnen. Das noch fehlende Stück zur Triangulirung des von Schubert bearbeiteten Gouvernements Mohileff wurde gleichfalls 1847 durch Tutschkoff aufgenommen und dadurch eine Verbindung mit der Triangulirung des Obersten Oberg hergestellt. Im Jahre darauf maß derselbe Tutschkoff ein Netz von Dreiecken von den Nordgrenzen des Gouvernements Moskau bis zu den Städten Kostroma und Jaroslaff. Bei allen diesen Arbeiten wurden keine neuen Basen gemessen, sondern die Seiten der Schubert'schen Dreiecke als Ausgangspunkte genommen.

Wir kommen nun an die durch Umfang und Ausführung gleich ausgezeichnete Triangulirung des Generals Wrontschenko im Jahre 1848. Sie umfaßt die Gouvernements Cherson, Jekaterinoslaff, Charkoff, den nördlichen Theil der Krim und einen Theil vom Lande der Donischen Kosaken, erstreckt sich von den Grenzen Bessarabiens bis Nowo-Tscherkask und stellt eine Verbindung zwischen den Triangulirungen von Kieff, Podolien, Bessarabien, Kursk, Pultawa und der Krim her.

Schon 1844 hatte General v. Schubert vorläufige Recognoscirungen zu einer Triangulirung Polens machen lassen. Dieselbe wurde 1845 von General Tenner begonnen und 1853 beendigt. Sie schließt sich im Osten an die Triangulirung des Gouvernements Grodno, im Süden bei Krakau und Tarnograd an die österreichischen und im Norden bei Thorn und Beiten an die preussischen Triangulirungen an.

Im Jahre 1847 wurde General Tenner auch mit der Triangulirung Bessarabiens betraut, welche die Fortsetzung derjenigen von Podolien bildete und die Dreiecke zur Messung eines Meridianbogens bis gegen Ismail an der Donau fortführen sollte.

Endlich im Jahre 1847 gestatteten die Verhältnisse, die längst als

nothwendig erkannte Triangulirung Transkaukasiens in Angriff zu nehmen. Die Ausführung wurde dem General Chodsko anvertraut, der nach Ueberwindung zahlloser Schwierigkeiten und Gefahren das grofse Werk 1853 beendigte und das ganze Land im Süden des Kaukasus bis an die Grenzen Persiens und der Türkei mit einem Netze von Dreiecken bedeckte. Ein kleines, zu Tiflis errichtetes Observatorium diente als Centralpunkt dieser Triangulirung, dessen Breite noch zu verifiziren ist, während seine Länge durch eine Verbindung mit dem Kasbek und Elborus (s. oben) gewonnen wurde. Diese Triangulirung unterscheidet sich von allen andern durch die Gröfse der Dreiecke, deren Seiten bis 219 Werst Länge zeigen.

Noch wurde die Triangulirung Neu-Rufslands seit 1853 durch den Offizier des Topographen-Corps Wasilieff gegen Osten bis an die Wolga und dann diesen Fluß aufwärts weiter geführt, und gehen die Dreiecke bereits von Nowo-Tscherkask bis Astrachan und von da bis Kisljar.

Seit 1845 unternahm das topographische Depot zahlreiche astronomische Reisen, welche anfangs mit einem Steinheil'schen Prismen-Zirkel und einigen Chronometern, später mit einem astronomischen Theodoliten von Ertel, einem Passagen-Instrument von demselben und 6 bis 8 Chronometern erster Qualität ausgeführt wurden. Bei diesen letzteren Reisen wurden keine astronomischen Beobachtungen zur Längenbestimmung mehr vorgenommen, sondern man ging von einem oder mehreren Punkten, deren Länge bereits gut bestimmt war, aus, und gewann die Länge der andern Orte nur durch den Uebertrag der Zeit mittelst der Chronometer. Durch wiederholte Reisen wurde die nöthige Controle hergestellt. Der Offizier des Topographen-Corps Lemm wurde am häufigsten zu diesen Arbeiten verwendet: er ging 1846 in die Steppe der Kirghisen sowie nach der Orenburger Linie, um eine Anzahl Punkte zu bestimmen; im Jahre 1847 in das Land der Douischen Kosaken, wo es sich darum handelte, feste Punkte für die topographischen Aufnahmen zu gewinnen; 1848 in den nördlichen Theil des Gouvernements Nowgorod, der des schwierigen Terrains wegen nicht in die Triangulirung aufgenommen worden war; im Jahre 1849 in das Gouvernement Olonez, 1850 in das von Wladimir, 1851 in das von Jaroslaw, 1852 nach Archangelsk, 1853 mit Nekrasoff nach Orenburg und Samara, und 1854 und 1855 in die Gouvernements Kasan und Simbirsk, immer mit demselben Zweck, mit dem auch Schwareff 1853 in das Gouvernement Nishnij-Nowgorod geschickt worden war.

Auch die geographische Gesellschaft von St. Petersburg blieb ihrerseits nicht müßig. Ihre erste Expedition geschah 1847 durch Wrontschenko in die Gouvernements Riäsan, Tamboff, Wladimir und

Orel, mit einem astronomischen Theodoliten von Ertel und 8 Chronometern. Siebenzig vollständige Positionen wurden hierbei im Laufe eines Jahres bestimmt. In dem gleichen Jahre liefs diese Gesellschaft den nördlichen Theil der Uralkette untersuchen. Kowalsky begleitete diese Expedition, die bis 1850 dauerte, als Astronom und machte seine zahlreichen Beobachtungen mit einem Pistor'schen Reflexions-Zirkel, einem Ertel'schen Passagen-Instrument und 5 Chronometern. Diese Expedition erstreckte sich bis an das Eismeer und bot die Mittel zur Vergleichung mit den Arbeiten Krusenstern's an der Petschora und ähnlichen der Marine.

Den astronomischen Theil der von 1849 bis 1852 in das Land jenseits des Baikalsees abgesandten Expedition besorgte Schwartz, der 70 wohlbestimmte Positionen aus diesem fast unbekannten Lande mitbrachte.

In den Jahren 1855 und 1856 hatten Dölln und Hübner Positionen in dem südlichen Theile der Uralkette zu bestimmen, sowie eine Anzahl fester Punkte zur Vermessung des dortigen Minengebiets zu gewinnen, wozu eine größere Genauigkeit erfordert wurde, als bei rein geographischen Zwecken. Dölln bediente sich dabei eines Vertical-Zirkels von Repsold und 12 Chronometer erster Qualität. Kasan war sein Ausgangspunkt und alle seine Bestimmungen auf dessen Länge basirt. Endlich wurden noch (1847 und 1848) einige Punkte in den Gouvernements Charkoff, Woronesh, Pultawa und Kursk durch Schidlofski und einige im Gouvernement Wladimir durch Draschusoff bestimmt.

Was die astronomischen Arbeiten der Marine im 18ten Jahrhundert betrifft, so wurde zwar die Hydrographie der Küsten des Eismeres durch die Murawieff, Pawloff, Skuratoff, Suchotin, Selifontoff, Golowin, Juschko, Loschkin und Rosmysloff bedeutend bereichert, aber in astronomischer Beziehung entbehrten ihre Arbeiten aus Mangel an guten Instrumenten und Methoden jeden Werthes. Das Gleiche gilt von den andern Meeren. Für ihre Beobachtungen tritt erst mit Krusenstern's Weltumsegelung (1803) eine neue Aera ein, während zugleich die besseren Instrumente in Wirkung traten.

Die eigentlichen Arbeiten begannen mit dem Weissen Meere als dem unbekanntesten. Von 1822 bis 1824 bereiste Lütke dieses Meer und die Küsten von Nowaja Semlia, worauf Reinecke von 1826 bis 1832 alle Küsten aufnahm und einen trefflichen Atlas darüber lieferte. — Von 1821 bis 1828 nahmen Iwanoff und Beresnych die Küsten zwischen der Petschora und den Ob-Mündungen auf. Weiter östlich reisten Wrangel und Anjou von 1821 bis 1823. Kosmin machte (1829 bis 1830) eine Reise von Jakuzk bis zu den Schantar-Inseln,

geodätische Arbeiten übrig. In dieser Beziehung theilt General von Schubert Rußland in zwei Theile: in einen, wo die geringe Bevölkerung und die großen leeren Räume nur geographische Bestimmungen erfordern; und in einen zweiten, der aus national-ökonomischen, militärischen und administrativen Rücksichten eine ganz genaue Aufnahme nöthig macht. Zum ersten zählt er Sibirien, die Gouvernements Wiätka, Wologda, Perm, Saratoff und Astrachan. Hier schlägt General von Schubert die Errichtung zweier kleinen Observatorien zu Tobolsk und Irkuzk vor, zur Gewinnung ihrer genauen Länge und als Ausgangspunkte für kleine chronometrische Expeditionen.

Was die zweite Hälfte betrifft, so sollten hier nach Schubert's Ansicht die großen chronometrischen Expeditionen nicht weiter ausgedehnt werden, da die Resultate derselben wegen des nicht absolut richtigen Ganges der Chronometer immer einen kleinen Irrthum haben müssen, der sich bei jedem neuen Ausgangspunkte vermehrt. Dagegen sollten die bereits gefundenen chronometrischen Bestimmungen noch durch einige größere Expeditionen verifizirt werden, etwa auf den Linien Moskau Warschau, Warschau Nicolaieff oder Odessa, und Astrachan Nicolaieff oder Odessa. Noch zwei chronometrische Expeditionen empfiehlt General v. Schubert, die eine nach Archangelsk, die andere nach Redut-Kale oder Poti; die erstere, um die Ortsbestimmungen der Gouvernements Olonez und Archangelsk sowie des weißen Meeres bis Nowaja Semlia festzustellen, da diese sämmtlich auf die noch ungewisse Länge von Archangelsk basirt sind. Hier wären die Linien Pulkowa Ladeinoie-Polie Wytegra Kargopol Archangelsk und Archangelsk Schenkursk Wologda Jaroslaff Moskau, und von hier zurück nach Archangelsk und Pulkowa zu empfehlen. Die zweite Expedition müßte in einem Dampfboot von Nikolaieff nach Redut-Kale oder Poti und zurück gehen, und diese Tour so oft als möglich wiederholen. Hierdurch würde, da diese Punkte im Netze der transkaukasischen Triangulirung liegen, die Länge sowohl für Tiflis als diese ganze Triangulirung bestimmt.

In Betreff der Triangulirungen bezeichnet General v. Schubert die folgenden Lücken der bisherigen Arbeiten, welche in erster Linie auszufüllen wären:

1) Bei der Triangulirung Transkaukasiens: Genaue Bestimmung der Breite von Tiflis; Ausführung eines Netzes von Dreiecken von Wladikawkas bis Nowo-Tscherkask; Versuch einer Triangulirung von Kislär nach Derbent, der Küste entlang.

2) Bei der Triangulirung Polens: Verbindung der Dreiecke bei Mariampol mit den lithauischen bei Wilna.

3) Bei der Triangulirung von Twer: Versuch einer Verbindung

der Dreiecke bei Ostaschkoff mit denen bei Cholm und denen südlich von Staraia Russa.

4) Wiedermessung der Dreiecke von St. Petersburg bis Nowaia Ladoga zur Rectificirung der letzteren Position.

5) Bedeckung des Innern von Esthland, von Hapsal bis Pernau, mit einem Dreiecknetz, das sich südlich an die Triangulirung von Livland, nördlich an die des Meerbusens von Finnland angeschlossen.

6) Triangulirung von Finnland auf den Grund des dort gemessenen Meridianbogens; besonders von Wasa bis Kuopio, von da bis Serdopol oder Kexholm; von Wasa der Küste entlang bis Åbo, und von Åbo nach Wiburg; endlich von Wiburg nach Kexholm oder Serdopol, von Wasa bis Uleåborg zur Verbindung mit den Dreiecken des Meridianbogens, und von Wasa nach Umeå zur Verbindung mit Schweden.

Die neuen großen Triangulirungen aber müßten nach General v. Schubert's Ansicht bestehen in der Triangulirung des

7) Gouvernements Jaroslaff; Verbindung westlich mit Twer, südlich mit Wladimir, östlich mit Kostroma.

8) Gouvern. Kostroma; Verbindung westlich mit Jaroslaff, südlich mit Wladimir und Nishni-Nowgorod.

9) Gouvern. Wladimir; Verbindung nördlich mit Jaroslaff und Kostroma, östlich mit Nishni-Nowgorod, südlich mit Moskau und Riäsan.

10) Gouvern. Nishni-Nowgorod, Verbindung östlich mit Kasan und Simbirsk, westlich mit Wladimir und südlich mit Tamboff und Pensa.

11) Gouvern. Kasan, Verbindung westlich mit Nishni-Nowgorod und südlich mit Simbirsk.

12) Gouvern. Riäsan, Verbindung nördlich mit Wladimir, östlich mit Tamboff, und westlich mit Moskau und Tula.

13) Gouvern. Tamboff, Verbindung nördlich mit Nishni-Nowgorod, östlich mit Pensa, westlich mit Riäsan, südlich mit Woronesh.

14) Gouvern. Pensa, östlich mit Simbirsk, nördlich mit Nishni-Nowgorod und westlich mit Tamboff.

15) Gouvern. Simbirsk, Verbindung nördlich mit Kasan, und westlich mit Nishni-Nowgorod und Pensa.

16) Gouvern. Woronesh, Verbindung nördlich mit Tamboff und Orel, westlich mit Kursk und südlich mit Charkoff.

17) Ausführung eines Netzes von Dreiecken längs der Wolga, von Sysran über Saratoff nach Tsaritsyn, zur Verbindung mit der Triangulirung Wasilieffs längs der Wolga.

18) Ausführung eines Netzes von Dreiecken von Tsaritsyn bis Bogutschar, zur Verbindung der Wolga-Triangulirung mit der von Woronesh.