

# EINLEITUNG.

---

## I. Ausrüstung und geschichtliche Uebersicht.

Die Frage, ob das Caspische Meer tiefer als das Niveau des Oceans liege, hat zu wiederholten Malen die Aufmerksamkeit des wissenschaftlichen Publicums angeregt. Mehrere ausgezeichnete Gelehrte, wie die Herren Parrot, Engelhardt, Wisniewsky, Lenz und Goebel haben durch sorgfältige barometrische Nivellements diese Frage zu entscheiden gesucht. Aber die Natur der Sache erlaubte nicht auf diesem Wege ein sicheres Resultat zu gewinnen, und obgleich es nach diesen Untersuchungen einige Wahrscheinlichkeit hatte, dass das Niveau des Caspischen Meeres wirklich tiefer als das des Schwarzen Meeres liege, so fanden sich unter den verschiedenen Angaben dieser Depression doch so bedeutende Differenzen, dass die Kaiserliche Academie der Wissenschaften hierdurch bewogen wurde, im Jahre 1836 eine Expedition auszurüsten, deren Zweck die genaue Bestimmung dieser Depression mittelst eines trigonometrischen Nivellements zwischen beiden Meeren sein sollte. Der Plan zu dieser Arbeit wurde von dem Akademiker Herrn v. Struve entworfen und Seiner Majestät dem Kaiser zur Bestätigung unterlegt. Der erhabene Beförderer der Wissenschaft gewährte nicht nur diese Allergnädigst, sondern bewilligte auch auf's grossmüthigste und reichlichste die Mittel zur Ausführung, so dass keine Kosten gespart zu werden brauchten, alle zur genauen Erreichung des festgesetzten Zweckes erforderlichen Maassregeln auf's vollständigste zu treffen. — Die dazu nöthigen Instrumente und Apparate wurden gleichfalls durch die Bemühung des Herrn v. Struve herbeigeschafft. Die Akademie selbst besass deren einige, andere wurden unter der Bedingung der Ersetzung durch neue, auf's bereitwilligste von dem Herrn Admiral v. Krusenstern und dem Herrn Generallieutenant v. Schubert aus den unter ihrer Obhut stehenden Instrumenten-Sammlungen hergegeben; die übrigen endlich wurden aus der Sammlung der Dorpater Sternwarte und der Gradmessung genommen.

Im Anfange des Juni 1836 waren wir drei, die Herren G. Fuss, A. Sawitsch und ich, die wir das Glück hatten, zur Ausführung der Operation von der Akademie erwählt zu werden nebst dem für die mechanischen Arbeiten bei der Expedition engagirten Mechanikus Herrn Masing, mit fast allen Instrumenten in Dorpat vereinigt. Hier wurden auf der Sternwarte die Instrumente untersucht, und ihre Verpackung für

die eigentliche Operation bequemer eingerichtet. Diese Veränderung betraf namentlich die astronomischen Theodoliten. Für die grosse Reise blieb ihre Verpackung ungeändert. Dann musste das Instrument aber so zugerichtet werden, dass es bei der verticalen Stellung des Kreises mit der Wasserwage an demselben auf einmal in den Packkasten mit Leichtigkeit und ohne Zeitverlust hineingebracht und herausgenommen werden konnte; dieses gelang auch vollkommen.

Während dieses Aufenthaltes in Dorpat hatten wir nun aber auch Gelegenheit uns durch den auch in geodätischen Operationen so ausgezeichnet erfahrenen Director unserer Arbeit, Herrn v. Struve, über dieselbe belehren zu lassen, und alle Details derselben auf's ausführlichste zu besprechen. Zu diesem Zwecke führten wir unter seiner Leitung bei Dorpat eine kleine Probeoperation aus, durch welche wir mit der Messung der Grundlinien nach der von ihm angegebenen Methode, die später aus einander gesetzt werden wird, und mit der Genauigkeit der Höhenbestimmung von einem mittleren Standpuncte aus, durch Erfahrung bekannt werden sollten. Die Resultate dieser Probearbeit bewiesen uns auch hinlänglich sowohl die Genauigkeit als auch die Schnelligkeit der angewandten Methoden.

Die verschiedenen Apparate, welche wir mitbekamen, sind folgende:

1) Ein grosses Universal-Instrument von Ertel mit einem Horizontalkreise von 13 Zoll Durchmesser, und einem verticalen von 10 Zoll, welche beide durch 4 Verniere unmittelbar 4" angeben. Das Fernrohr hat 18 Zoll Brennweite und 21 Lin. Oeffnung. Die Vergrösserung ist 40- und 60fach.

2) Zwei achtzöllige astronomische Theodoliten von Ertel, deren Kreis vermittelt 4 Verniere 10" angiebt. Fernröhre von 13 Lin. Oeffnung, mit 28maliger Vergrösserung.

3) Ein kleines Universal-Instrument mit Horizontalkreis von 6 Zoll, und Vertikalkreis von 4 Zoll Durchmesser, beide 10" angehend; Fernröhre von 10 Zoll Brennweite, 10 Lin. Oeffnung und 38maliger Vergrösserung.

4) Ein tragbares Passagen-Instrument von Ertel mit gebrochenem Fernrohr von 18 Zoll Brennweite, 21 Lin. Oeffnung, 40- und 60facher Vergrösserung, und mit einem Horizontalkreise, der durch 4 Verniere 10" angiebt.

5) Drei Boxchronometer, Hauth No. 11 nach Sternzeit, Kessels No. 1290 und No. 1294 nach mittlerer Zeit gehend.

6) Sieben Reisebarometer, 2 Psychrometer und mehrere Thermometer, ausgeführt von dem Mechaniker der Akademie Herrn Girgensohn.

7) Zwei Münchener Zugfernrohre von 19 Lin. Oeffnung 28maliger Vergrösserung nebst Anschrauberingen.

8) Zwei 3 $\frac{1}{2}$ füssige eiserne Normalmaasse, Messkette, Messschnüre, Stangenzirkel u. s. w.

9) Hülfapparate verschiedener Art, Reservelibellen, Reserveröhren zu den Barometern, Lampen u. s. w.

Ausserdem hatte Fuss seinen eigenen Spiegelkreis von Ertel nebst künstlichem Horizonte mitgenommen.

Für den Transport der Reisenden, und der Instrumente waren zwei sehr bequeme Wagen auf Federn angeschafft.

Aber das Wichtigste für uns war eine sehr vollständige schriftliche Instruction, welche der Herr Akademiker v. Struve entworfen hatte, worin alle Beobachtungsmethoden, alle Regeln zur Behandlung der Instrumente und zur Anfertigung der verschiedenen Hülfapparate mit dem grössten Detail aus einander gesetzt waren. Diese Instruction setzte uns mehrfache Zwecke fest, nämlich:

1) Die Bestimmung des Höhenunterschiedes der beiden Meere durch eine mit grösster Genauigkeit ausgeführte geometrische Operation, als Hauptzweck.

2) Die trigonometrische Aufnahme der ganzen Operationslinie, so wie aller von derselben sichtbaren, wichtigen Puncte in geringerer und grösserer Entfernung.

3) Die astronomische Bestimmung der geographischen Lage der Endpunkte der Operation und einiger geeigneter Zwischenpunkte.

4) Die Bestimmung der Höhe und der Lage der sichtbaren Hauptspitzen des Kaukasus.

5) Die Vergleichung der Resultate der geometrischen Nivellirung mit demjenigen Höhenunterschiede, welchen die während der ganzen Zeit fortgesetzten Barometerbeobachtungen an beiden Meeren, und die im Laufe der Arbeit auf der Linie selbst beobachteten Barometerstände gewähren würden.

In wiefern wir alle diese Zwecke erreicht haben, müssen wir den Lesern dieses Werkes zu beurtheilen überlassen.

Am  $\frac{15}{4}$  Juli 1836 verliessen wir Dorpat, und 14 Tage später St. Petersburg, wo wir die 7 Barometer, ein Chronometer und das Passagen-Instrument, so wie die nöthigen Papiere an die betreffenden Behörden empfangen hatten. — Die Reise ging über Moscau, Charkow, Taganrog und Neu-Tscherkask. In Dorpat und St. Petersburg wurden unsere Chronometer mit den Uhren der dortigen Sternwarten verglichen, und ihr Gang und Stand bestimmt. Bei dem Transporte der Chronometer wurden alle Vorsichtsmassregeln getroffen, um sie gegen harte Erschütterungen zu schützen; diese Mühe wurde auch durch den ausgezeichneten Gang der Chronometer belohnt, und dadurch zugleich ein neuer Beleg der hohen Kunst der Meister, wie Kessels und Hauth, gegeben. So fanden wir den täglichen Gang vor der Reise in Ruhe von:

Hauth No. 11	Kessels 1294	Kessels 1290
--------------	--------------	--------------

+ 2,50

Während der Reise zwischen Dorpat und St. Petersburg, 325 Werst:

+ 2,76	— 5,56
--------	--------

Während der Reise zwischen St. Petersburg und Charkow, 1400 Werst:

+ 2,51	— 5,22	— 3,72
--------	--------	--------

Während der Reise zwischen Charkow und Neu-Tscherkask über Taganrog, 610 Werst:

+ 2,63	— 5,16	— 3,31
--------	--------	--------

Später in Neu-Tscherkask in Ruhe:

+ 2,37	— 5,39	— 3,15
--------	--------	--------

Die Längen von Charkow und Neu-Tscherkask sind durch die Arbeiten des Herrn Akademikers v. Wisniewsky genau bestimmt und die Zeitbestimmungen wurden sogleich von uns in diesen Städten durch correspondirende Sonnenhöhen mittelst des Spiegelkreises gemacht.

Einer der Nebenzwecke unserer Expedition war das doppelte barometrische Nivellement: eines durch regelmässige, wenigstens ein Jahr lang fortgesetzte Beobachtung zweier unter einander verglichener Barometer an den Endpunkten, und das andere durch fortwährende Barometerbeobachtungen an jeder von unseren Stationen. Um das erste zu bewerkstelligen, fuhren wir nach Taganrog. Wir hofften dort Herrn Manne, ehemaligen Director des dortigen Gymnasiums, zu treffen, und ihm zwei von unseren Barometern zu übergeben; leider fanden wir aber diesen mit solchen Beobachtungen schon vertrauten Gelehrten abwesend, und mussten unsere Barometer dem derzeitigen Director des Gymnasiums übergeben. Obgleich nun von uns alle möglichen Erläuterungen an die dortigen Lehrer der Mathematik und Physik gegeben wurden, und wir diese Herren in die so einfachen Beobachtungen einzuüben suchten, so ist doch dieses alles vergeblich gewesen. und die Reihe der von ihnen gemachten, mehr als ein Jahr umfassenden Beobachtungen kann gar nicht gebraucht werden. Glücklicherweise fanden wir später andere Beobachter in der Person des Herrn Apothekers Elsing, ehe-

mals Gehülften des physicalischen Cabinets in Dorpat, und seiner jüngsten Tochter. Ihre Beobachtungen sind mit so viel Eifer und Einsicht gemacht, dass die Academie wohl mit Recht ihnen ihren Dank dafür bezeugte. Noch müssen wir der erfreulichen Theilnahme erwähnen, welche der Herr Baron v. Franck, Stadtgouverneur von Taganrog, für unsere Arbeit hegte. Er hat eine fortdauernde Reihe meteorologischer Beobachtungen mit verglichenen und rectificirten Instrumenten veranlasst, welche mit der Zeit einen wichtigen Beitrag zur Kenntniss des Klima's des südlichen Russlands liefern werden.

In Taganrog und später in Rostow am Don haben wir verschiedene Erkundigungen eingesammelt über die Lokalitäten, wo wir später arbeiten sollten. Ein ausgezeichnete Officier von der Wassercommunication, Lieutenant Laskin, hat uns dort manchen guten Rath gegeben, und seine Erfahrung und Bekanntschaft mit den Umgebungen des Don und Asowschen Meeres waren für uns sehr nützlich.

Am  $\frac{31}{19}$  August trafen wir in Neu-Tscherkask ein, um unsere Papiere der dortigen Obrigkeit zu übergeben, und bald erhielten wir von dem dortigen Ataman, Generallieutenant Wlassow, alle Unterstützungen für unsere Zwecke gewährt. — Hier in Tscherkask trennten wir uns sodann einstweilen. Am  $\frac{2 \text{ Sept.}}{21 \text{ Aug.}}$  reiste F u s s auf dem nördlichen Wege längs dem Don und der Wolga nach Astrachan, wo wieder 2 der Barometer aufgestellt werden sollten. Diese übergab er dem in genauen Barometerbeobachtungen schon seit Jahren erfahrenen Apotheker Herrn Osse.

Von der grössten Wichtigkeit war für uns in Neu-Tscherkask die Anfertigung mehrerer Hilfsapparate. Wir hatten hierbei aber mit manchen Schwierigkeiten zu kämpfen. In Tscherkask finden sich wenige gute Arbeiter, und kaum war ein mittelmässiger Tischler aufzutreiben; wir waren also auf uns selbst hauptsächlich beschränkt, und die meisten complicirteren und feineren Arbeiten hat unser Mechanikus Masing selbst gemacht. Für die Zwecke unserer künftigen Arbeiten wurden folgende Apparate angefertigt:

1) 10 Signalstangen von Tannenholz zur Aufstellung der Signalmarken an den Hauptpunkten. Jede dieser Stangen (s. Fig. 1) war 16 Fuss lang, 7 Zoll breit und  $3\frac{1}{2}$  Zoll dick. Bei unserer Operation wurden diese Stangen über 2 Fuss tief in die Erde eingegraben in senkrechter Stellung. Die obere Hälfte der Stangen wurde schwarz, die untere weiss angestrichen, weil zu erwarten war, dass jene meistens gegen den hellen Himmelsgrund sich projectiren würde. Ausserdem wurden sie von oben nach unten auf beiden schmalen Kanten mit einer Theilung in Fuss und Zolle versehen. Der Nullpunct der Theilung kam unmittelbar in die Mitte der Visirscheibe zu stehen, so dass die Stange sogleich die Höhe derselben über dem Erdboden und über das daneben aufgestellte Instrument angab. Diese Visirmarken bestanden aus viereckigen 12zölligen Platten von Eisenblech, in deren Mitte ein weisser Kreis von 6 Zoll Durchmesser auf schwarzem Grunde von beiden Seiten genau im Centrum der quadratischen Scheibe gestrichen war. Zur Befestigung der Platten wurde an die Spitze der Stange ein Einschnitt gemacht, in welchem dieselben immer auf gleiche Weise einzuschieben waren, und durch 2 durchgehende Stifte unveränderlich befestigt wurden.

2) 6 hölzerne Böcke, 4 Fuss hoch, von hinlänglicher Stärke mit divergirenden Füßen, von denen 2 jedesmal zur Bezeichnung der Basis-Endpunkte gebraucht wurden, und da in der Regel 2 Basen ausgesteckt waren, so mussten wir 4 von diesen im beständigen Gebrauch haben; 2 dienten als Reserven. Die kreisrunden Tischplatten waren genau in der Mitte senkrecht durchbohrt, um die Träger der viereckigen Visirplatten aufzunehmen. Zur stärkeren Befestigung dieser Träger wurden unten um die runde Oeffnung herum starke Ansätze angeschraubt, und das ganze Tischblatt am Rande mit einem eisernen Reif beschlagen. Der Bequemlichkeit wegen wurde auf der Tischplatte aus dem Centrum des Lochs ein Kreis mit entsprechendem Radius verzeichnet, um gleich ohne weitere Rectificationen die Fusschrauben des kleinen Universal-Instruments darauf so aufzustellen,

dass die Centra der Oeffnung und des Instrumentes genau zusammenfielen. Die Horizontalität der Oberfläche der Tischplatte wurde mittelst eines Setzniveaus hervorgebracht.

3) 6 Träger der viereckigen Visirplatten (Fig. 2). Das Obertheil des Trägers  $ab$  ist eingeschlitzt, um die Visirplatte aufzunehmen; diese konnte aber horizontal etwas verschoben werden, so dass sie in der einen wichtigen Richtung genau gegen die Oeffnung des Tischblattes mittelst des Lothes centriert werden konnte. Wenn die Platte ihre richtige Stellung hatte, wurden zwei durchgehende Flügelschrauben  $x, x$  angezogen, die durch Federung des Oberstücks die Platte völlig fest klemmten. Mit dem Obertheile  $ab$  verbunden ist das parallelepipedenförmige Stück  $cd$ , 2 Fuss hoch und 3 Zoll breit. Dieses endigte sich in einem cylindrischen Zapfen  $fd$ , der auf der Drehbank aus einem Stück Holz mit jenem abgedreht genau in die Oeffnung des Tisches passte. Der Träger von  $c$  bis  $d$  war von oben nach unten gleichfalls mit einer Theilung, von der Mitte der Visirplatte aus gerechnet, versehen. An der Seite des Trägers, welche nach dem gegenüberliegenden Basispunkte gekehrt war, waren kleine längliche, viereckige Marken  $g$ , weiss auf schwarzem Grunde, angebracht, welche für die Winkelmessung an der Basis dienten.

4) Stangen zur Absteckung der Grundlinie in gehöriger Zahl, um eine Linie von 1400 Fuss zu messen, von hartem Holz und oben mit eisernen Ringen beschlagen.

5) Zwei Massstäbe von Tannenholz mit Oel getränkt und mit weisser Oelfarbe angestrichen, über 14 Fuss lang, 4 Zoll breit und 2 Zoll dick. Sie sollten zur Messung der Grundlinien längs der gespannten Schnur dienen. Die Länge von 14 Engl. Fuss wurde durch 2 Striche auf Messingplatten, die mit 4 Holzschrauben auf die hohe Kante der Stange befestigt waren, bezeichnet. Die Striche waren senkrecht zur Länge des Massstabes von einem Rande bis zum andern gezogen.

6) 3 Stative von Holz, eins für jeden der Theodoliten, eins für das grosse Universal-Instrument. Die Tischplatten sind rund, und wenig grösser als es nöthig war, um darauf die Instrumente aufzustellen. Diese Stative wurden sehr stark aus Eichenholz gearbeitet mit gehörig divergirenden unten verbundenen Füssen, und mit Oelfarbe gestrichen.

7) Drei kleine Zelte zum Schutz der Instrumente gegen Sonnenschein und einen plötzlichen Regenguss. Sie wurden nach meiner Angabe construirt, und konnten mit Bequemlichkeit in 10 Minuten aufgestellt oder abgenommen werden. Sie hatten ungefähr die Form eines dreieckigen Prisma mit flachem pyramidalischen Dache; siehe Fig. 3.

Fig. 4 zeigt das Gerippe derselben.  $A$  ist ein dreieckiges Holzstück, mit welchem durch Charniere 3 Leisten  $AB, AC, AD$  von 2 Zoll Breite und Dicke und  $4\frac{1}{2}$  Fuss Länge verbunden sind. An den Enden  $B, C, D$  dieser Leisten waren Einschnitte von hinlänglicher Grösse gemacht, in welche die entsprechenden Ansätze der für die Wände des Zeltes bestimmten 6 Fuss langen Holzstangen  $BM, CN, DO$  eingeschoben und durch Stifte in  $B, C, D$  befestigt wurden. Dieselben Stifte halten zugleich die 7 Fuss langen Querstangen  $BC, CD, DB$ ; ausserdem sind  $B, D$ , und  $C$  noch durch Stricke verbunden, welche beim Einsetzen der Stangen  $BC, CD, DB$  gespannt werden und dadurch dem Dache mehr Festigkeit geben. Die Enden aller Stangen, wo die Stifte durchgehen, sind mit Eisenblech beschlagen. — So zusammengesetzt kann nun das Gerippe des Zeltes aufgehoben und auf die Füsse  $BM, CN, DO$ , welche sich in ihren Gelenken bei  $B, C, D$  um die Stifte drehen, aufgestellt werden. Sodann wird es durch 6 Schnüre  $x$ , von denen je zwei an den Enden der 3 Dachstücke  $AB, AC, AD$  befestigt sind, an 6 in gehöriger Entfernung in die Erde geschlagenen Pfählen angezogen. Dann werden die Bekleidungen des Zeltes von Segeltuch, die aus einem pyramidalisch zusammengenähten Dach und 3 trapezförmigen Seitenwänden bestehen, mittelst kleiner Haken an entsprechenden Oesen, welche an die

Stangen *BC*, *CD*, *DB*, und *BM*, *CN*, *DO* angenäht sind, angeknöpft. Diese Zelte entsprachen ihrem Zwecke vollkommen. Wir haben mitunter starke Stürme gehabt, ohne dass sie umgeworfen wären, und öfters während Regenwetters ohne Nachtheil für die Instrumente unter denselben beobachtet. Die Grösse des Zeltes war so eben genügend, damit der Beobachter bequem um das Stativ, auf welchem das Instrument stand, herumgehen und die nöthigen Ablesungen machen konnte. Wollte man nach irgend einer Seite in horizontaler Richtung sehen, so brauchte man nur ein Stück der Seitenwand am oberen Theile loszuknöpfen, und wenn man astronomische Beobachtungen zu machen beabsichtigte, so war es nur nöthig ein Stück des Daches zu öffnen, oder nach Bedürfniss das ganze Segeltuch des Daches abzunehmen. Beim Transport zerfiel das Ganze nach Herausziehung der Stifte bei *B*, *C*, *D* in 3 Füsse, 3 Querstangen und ein zusammenklappendes Dachstück, welches mit den 6 kleinen Pfählen und den Segeltüchern zusammengewickelt einen mässigen, sehr leicht zu transportirenden Ballen ausmachte. Wir glauben, diese Art von Beobachtungszelten allen reisenden Beobachtern empfehlen zu können. Sie sind nicht kostbar, schnell aufgestellt, leicht transportabel und zu ihrem Zwecke, Schutz gegen Sonne, Wind und Regen, zumal wenn das Segeltuch mit Wachs getränkt wird, vollkommen ausreichend. Immer wird man dieselben so aufstellen können, dass keines der zu beobachtenden Objecte durch die Stangen verdeckt wird; selbst das Zenith kann man bei astronomischen Beobachtungen durch eine etwas excentrische Aufstellung des Statifs des Instrumentes, wo nöthig, erreichen.

Ausserdem haben wir noch angeschafft ein grosses Zelt zur Wohnung und eine bei den Kalmücken und Tataren gebräuchliche sogenannte Kibitke von Filz zu demselben Gebrauche. — Zum Transport der Equipagen und aller Bagage fanden wir es am zweckmässigsten Bauerpferde von Dorf zu Dorf zu miethen.

Während der Dauer der Vorarbeiten für unsere Operation, in Neu-Tscherkask, haben wir von Neuem unsere Instrumente untersucht und rectificirt. Unsere Musse benutzten wir ferner, um die geographische Lage von Neu-Tscherkask noch einmal zu bestimmen, und haben zu diesem Zwecke viele astronomische Beobachtungen gemacht, deren Resultate gehörigen Orts mitgetheilt werden. — Endlich benutzten wir auch noch diese Zeit, um eine Recognoscirung an den Ufern des Asowschen Meeres vorzunehmen und einen geeigneten Anfangspunct für unsere Operation auszuwählen. Wir fanden, dass das Dorf Kagalnik, im Ekaterinoslaw'schen Gouvernement, Rostowschen Kreise, dazu eine sehr zweckmässige Lage hatte. Dieses Dorf liegt 12 Werst südwestlich von der alten, verlassenen Festung Asow, an der Mündung des Kagalnik-Flusses. Wir fanden, dass es möglich wäre, unser erstes Signal am Meeresufer, unmittelbar im Wasser, aufzustellen, und eine neue steinerne Kirche, nahe am Meere gelegen, konnte eine bleibende Bezeichnung dieses Anfangspunctes abgeben. Bei dieser Gelegenheit haben wir auch die Länge von Neu-Tscherkask auf das Dorf Kagalnik durch unsere 3 Chronometer übertragen.

Am  $\frac{15}{5}$  September 1836 war Fuss von seiner Reise nach Astrachan wieder in Tscherkask eingetroffen, die Anfertigung der verschiedenen Apparate aber noch nicht vollendet, um sogleich die Operation beginnen zu können. Fuss hatte bei seiner Rückreise absichtlich den Weg längs der Caucasischen Linie über Stawropol gewählt, um das Terrain desselben kennen zu lernen, und brachte im Allgemeinen günstige Nachrichten über die Beschaffenheit desselben mit. Wir konnten nämlich zwei Operationslinien wählen. Die eine, etwas kürzere, vom Asowschen Meere längs dem Manytsch zum Ausflusse der Kuma gehend; die zweite dagegen vom Asowschen Meere längs der Poststrasse über Stawropol und Mosdok nach dem Kaspischen Meere in der Gegend von Kisljar. — Nach allen in Neu-Tscherkask eingezogenen Nachrichten haben wir uns für diese letztere Linie entschieden. Hätten wir die erstere gewählt, so wären wir genöthigt gewesen, grösstentheils durch Wüsten, vielleicht auch stellenweise sumpfige Steppen zu gehen, wo wenige nomadisirende Kalmücken die einzigen Be-

wohner sind, und wo die nothwendigen Hilfsmittel der Existenz und des Transports nur mit bedeutenden Unkosten herbei zu schaffen gewesen wären. Im zweiten Falle dagegen, hatten wir ohne Schwierigkeiten längs der mit Städten, Dörfern und Poststationen besetzten Strasse alles, was für uns zu wünschen war, und wenn hier das Terrain nicht so durchgängig eben und flach war, wie es vielleicht längs jener ersten Linie ist, so hat dieses nicht nur nicht geschadet, sondern vielmehr unseren Operationen wesentlich genützt. Die Hoffnung, durch einige Ortsbestimmungen und Höhenmessungen der bedeutendsten Bergspitzen des Caucasus einen interessanten Beitrag zu unseren andern Arbeiten zu liefern, war auch von grossem Gewichte in der Auswahl der Operationslinien.

Endlich, nachdem alle unsere Apparate vollendet waren, konnten wir Tscherkask verlassen, und begaben uns am  $\frac{29}{17}$  October nach Kagalnik, wo auch sogleich die Arbeiten mit der Aufstellung der Signale und der ersten Basismessung begannen. Es war für uns sehr wichtig vom mittleren Niveau des Asowschen Meeres auszugehen. Schon bei unserer Anwesenheit in Kagalnik haben wir von den dortigen Einwohnern, die meistens als Fischer mit dem Meere genau bekannt sind, Erkundigungen eingezogen über den Stand des Wassers während lange dauernder Windstille, welche im Sommer häufig eintritt, und welcher gewiss der mittlere Stand des Meeres sehr nahe entsprechen wird. Aus diesen Angaben ging hervor, dass zwar die Veränderungen im Niveau des Asowschen Meeres bisweilen ziemlich bedeutend sind, so dass es über eine Werst seine gewöhnlichen Ufer verlässt, aber dass dieses selten nur bei grossen Stürmen Statt findet, und der mittlere Stand sich leicht angeben liesse. An dieser Stelle, die durch mehrstimmige Aussagen bestätigt wurde, stellten wir unser erstes Signal auf. Damals wehte ein ziemlich starker Ostwind, der das Wasser vom Signal einige Faden weit zurücktrieb. Einige Tage darauf legte sich der Wind, und am  $\frac{6 \text{ Nov.}}{23 \text{ Oct.}}$  Morgens, als es die Nacht vorher völlig windstill gewesen war, und das Meer spiegelglatt erschien, hatten wir die Freude, es wirklich fast genau den Fuss unseres Signals erreichen zu sehen. Darauf trat Westwind ein, und das Signal wurde nun vom Wasser umgeben. Betrachten wir ausserdem noch die Flachheit der dortigen Ufer, da die Senkung kaum 1 Zoll auf den Faden beträgt, so glauben wir um so mehr, die mittlere Höhe des Wassers auf ein par Zoll sicher zu haben. Die Höhe der ersten Signalmarke über diesem mittleren Stande betrug 12 Fuss 2.0 Zoll. — Die Länge von Kagalnik hatten wir schon früher durch Chronometer bestimmt, um unsere Operationslinie zu orientiren wurde auch noch die Polhöhe, und das Azimut der Linie  $P^1 P^2$  sowohl durch das grosse Universal-Instrument von mir als durch das kleine Universal-Instrument von Sawitsch gemessen, mit befriedigender Uebereinstimmung.

Die Herbstzeit begünstigte unsere damaligen Messungen in sofern, dass es uns selten an der Ruhe der Bilder mangelte, was desto glücklicher für uns war, als wir noch nicht alle nöthigen Erfahrungen hatten, um die Beobachtungen auf's zweckmässigste zu combiniren, und den Einfluss der irdischen Refraction am unschädlichsten zu machen, Erfahrungen, die uns die Arbeit erst selbst gab. Diesen glücklichen Umständen verdanken wir es, dass die in dieser Zeit gewonnenen Resultate eine vollkommen genügende Sicherheit haben. Von der andern Seite aber waren uns die Kürze der Tage, der häufige Regen und die immer schlechter werdenden Wege sehr hinderlich; unsere Arbeit konnte nur langsam fortschreiten, und schon am  $\frac{1 \text{ Dec.}}{19 \text{ Nov.}}$  mussten wir bei dem Kosakendorfe Kagalnitzkaja Stanitza endigen, nachdem wir die Arbeit nur etwa 70 Werst (den 12ten Theil des Ganzen) fortgeführt hatten. — In dem Dorfe Novo-Nicolajewka, auf der Hälfte dieser Linie, gelang uns noch die Beobachtung einer Sternbedeckung, sowie die Polhöhenbestimmung. In Kagalnitzkaja Stanitza wurde letztere abermals, so wie auch das Azimut der Linie  $P^{11} P^{10}$  durch's grosse Universal-Instrument von mir bestimmt. Den Endpunct des Nivellements im Jahre 1836 bezeichnete die Oberfläche eines beinahe ganz in

die Erde eingerammten Balkens. Zur Controle wählten wir ausserdem noch mehrere Punkte auf der Kirche der Kagalnitzkaja Stanitza als feste Punkte.

Im Anfange des December 1836 begaben wir uns nach Stawropol. Die Winterzeit wurde benutzt theils zur Berechnung der gewonnenen Resultate, theils um einige astronomische Beobachtungen zu machen; auch wurden, um den Gang der irdischen Strahlenbrechung nach hohen und sehr entfernten Gegenständen zu bestimmen, so oft die Witterung es erlaubte, die Zenithdistanzen der beiden Spitzen des beinahe 200 Werst entfernten Elbrus gemessen.

Die Erfahrungen, welche wir im Herbst vorher gemacht hatten, veranlassten uns, an einige Veränderungen in der Anordnung unserer Operationen zu denken, um sowohl die Schnelligkeit als auch die Genauigkeit derselben zu befördern, und da wir in den Briefen des Herrn Akademikers Struve unsere Ansichten genehmigt fanden, so haben wir auch von der 13ten Station an bis zum Caspischen Meere fort, immer nach dieser Ordnung gearbeitet, worüber nachher ein Mehreres.

Wir benutzten auch unsern Aufenthalt in Stawropol, um mehrere von unseren Hülfapparaten zu verbessern, und einige von Neuem construiren zu lassen. Neue, höhere und viel stärkere Basisböcke wurden gemacht; ein Distanzmesser mit Spiegeln, nach meiner Angabe, wurde von unserem Mechanikus ausgeführt, ebenso wie ein Hodometer, welche für uns bei der Recognoscirung und Aufstellung der Signale von grossem Nutzen gewesen sind. Wir haben uns in Stawropol so ausgerüstet, dass später keine neue Remonte mehr nöthig war. Der damalige Kriegsgouverneur von Caucasien, der verstorbene Generallieutenant Weljaminow, dieser rühmlichst bekannte und vielseitig gebildete Mann hat uns sehr bereitwillig in Allem unterstützt, was zum Erfolge unserer Arbeit beitragen konnte. Obgleich die Sicherheit längs der Caucasischen Linie jetzt schon so gross ist, dass die Reisenden keiner militairischen Begleitung bedürfen, so hat doch der General Weljaminow, um uns vollkommene Sicherheit während unserer Arbeiten in den Steppen, entfernt von den Wohnungen, besonders in der Nähe einiger verdächtigen Punkte zu gewähren, eine Escorte von 50 Mann Infanterie und 15 bis 30 Kosaken zu unser Expedition beordert.

Im März 1837 verliessen wir Stawropol und trafen wieder in Kagalnitzkaja Stanitza ein. Fuss machte von dort eine Reise nach Taganrog, um die Barometerbeobachtungen dort zu revidiren, da wir von denselben bis dahin noch nichts zugesandt erhalten hatten. Nach seiner Rückkehr konnte am  $\frac{25 \text{ März}}{6 \text{ April}}$  die Hauptoperation wieder fortgehen. Im Donischen Gebiete, das wir jetzt betraten, fanden wir das Terrain im Allgemeinen weit flacher und ebener, als wir es im Herbste vorher gehabt hatten; aus diesem Grunde ging aber auch die Gesichtslinie nach den zu beobachtenden Gegenständen immer ziemlich nahe über den Erdboden hin. Dieses und der fast fortwährend heitere Himmel und Sonnenschein im Aprilmonat verursachte eine weit grössere Veränderlichkeit in der Refraction, als sie uns früher vorgekommen war. Das Phänomen der Luftspiegelung (Mirage) sahen wir um die Mittagsstunden herum fast täglich, was schon immer ein Zeichen von abnormen Refractionen ist. Indessen setzte uns doch theils die zweckmässigere Vertheilung der Beobachter an 3 Standpunkten, die wir im Jahre 1837 durchgängig befolgten, und wodurch alle Höhenbestimmungen reciproke wurden, theils die grössere Länge der Tage, die mehr Sätze zu beobachten erlaubte, in den Stand, die Refraction grösstentheils unschädlich zu machen, und bei der Berechnung unserer Beobachtungen hoffen wir zu zeigen, dass die Unsicherheit der Höhenbestimmungen innerhalb sehr enger Gränzen eingeschlossen ist. — Unsere Arbeit ging im Jahre 1837 unvergleichlich schneller als im Herbste vorher. Fast täglich beendigten wir eine Station von durchschnittlich 7 Werst Entfernung; nach 3 bis 4 Tagen ging nur einer mit dem Ueberziehen von einem Dorf zum andern verloren. Wir folgten mit unserer Operation fast ganz der grossen

caucasischen Poststrasse. Diese verliessen wir am  $\frac{1}{15}$  Mai bei dem Dorfe Kalaly, und wählten einen kürzeren und bequemeren Weg, der durch die Kosakenstanitzen Novo-Troitzk und Roshestwenskaja nach Stawropol führt. Das Terrain wurde jetzt weit unebener, fast bergig, was uns aber der höhern Lage der Beobachtungspunkte wegen nur erwünscht sein konnte. Am  $\frac{25}{6}$  Mai erreichten wir schon Stawropol, auf etwa  $\frac{2}{5}$  der ganzen Länge unserer Operationslinie. Auch hinter Stawropol ging die Arbeit leicht und schnell vorwärts, und das Terrain bot keine Schwierigkeiten dar. An einigen Punkten wurden auch wieder astronomische Beobachtungen angestellt, z. B. die Polhöhe und das Azimut beim 54sten Signal mit dem grossen Universal-Instrument, und mit dem kleinen Universal-Instrument öfter (vergl. das Tagebuch). Am  $\frac{27}{8}$  Juni waren wir mit unserer Operation in der Nähe von Georgiewsk bei der Kosakenstanitze Alexandria. Hier erblickten wir zum ersten Male den herrlichen Kamm der Caucasischen Alpen in seiner ganzen Ausdehnung. Der Elbrus allein war schon früher sichtbar, doch nur sehr selten, weil die Gebirge in den Sommermonaten fast immer von Wolken eingehüllt sind, wenn auch der Himmel sonst überall heiter ist. Bloss in den frühen Morgenstunden erscheinen die Gipfel bisweilen rein von Wolken. In Alexandria beschlossen wir, da wir bis zum Herbst noch hinlängliche Zeit übrig behielten, unsere Arbeit auf einige Wochen, während der grössten Hitze des Juli-Monats, auszusetzen, und uns eine kleine Erholung in den herrlichen caucasischen Bädern von Pätigorsk und Kislowodsk zu gönnen. Ein Zweck dabei war auch die genauere Bestimmung der Höhe des bei Pätigorsk gelegenen Beschtau, den wir als Vergleichungspunct für die Bestimmung der caucasischen Bergspitzen zu benutzen gedachten. Zu dem Ende unternahmen wir eine kleine Nebenoperation am  $\frac{1}{15}$  Juli, deren Detail im Tagebuche sich findet. Am  $\frac{2}{14}$  Juli früh Morgens gelang auch noch die Messung der Zenithdistanzen und Richtungswinkel nach dem Elbrus. — Nach einem höchst interessanten und Geist und Körper erquickenden Aufenthalte von 3 Wochen in den Bädern, setzten wir am  $\frac{29}{10}$  Juli unsere Operation wieder fleissig fort, obgleich uns die grosse Hitze, die noch im August bisweilen auf  $30^{\circ}$  Reaum. stieg, wohl beschwerlich war. Ausserdem bot uns in der Gegend von Georgiewsk das flache Terrain und der Mangel an gehörig hohen Beobachtungspunkten einige Schwierigkeiten dar. Trotzdem ging die Arbeit rasch weiter; am  $\frac{19}{31}$  August erreichten wir Mosdok, und am  $\frac{2}{14}$  September die Kosakenstanitze Naur, den südlichsten Punct unserer Operation. Mehrere Male wurden noch die Hauptspitzen des Caucasus gemessen, so bei der 75sten, 82sten und 88sten Station. — Mit Naur hörten die Dörfer, die bis dahin längs dem ganzen Wege zerstreut waren, auf. Unsere Operationslinie wandte sich nun nordöstlich, der Strasse nach Kisljar folgend, durch die Nogaiensteppen. Hier waren wir einige Wochen auf Bivouacs beschränkt. Am  $\frac{20}{2}$  Sept. gelangten wir in die Gegenden von Kisljar. Wir hatten die Absicht, unsere Operation neben dieser Stadt vorbei zum Ufer des Caspischen Meeres, in der Gegend der Mündungen des Terek's, fortzuführen. In Kisljar fanden wir aber wegen der durch den häufigen Regen fast zum Sumpf gewordenen Umgebung der Stadt, und wegen der Weingärten, die die östliche Seite derselben in grosser Ausdehnung dicht umziehen, nach vorgenommener Recognoscirung unübersteigliche Schwierigkeiten, und fassten daher den Beschluss, die Operation, Kisljar bei Seite lassend in nördlicher Richtung längs der Poststrasse, die von Kisljar nach Astrachan führt, bis zum Ufer des Caspischen Meeres fortzusetzen, das wir in der Gegend der Poststation Kolpitschi zu erreichen hofften. Dieses gelang auch; ohne erhebliche Schwierigkeiten operirten wir fort; von der genannten Poststation wandten wir uns wieder östlich zum Dorfe Tschernoi Rynok, das nahe am Ufer des Caspischen Meeres liegt, und hier beendigten wir endlich glücklich unsere Arbeit am  $\frac{19}{31}$  October 1837, nachdem wir so eine Strecke von 850 Werst nivellirt hatten. Das mittlere Niveau des Caspischen Meeres ist von uns vielleicht noch genauer bestimmt, als das des Asowschen (worüber im Tagebuche das Nähere); auch haben wir den damaligen Stand desselben auf mehrere feste Punkte an einem steinernen

Gebäude in Tschernoi Rynok übertragen. Eine vorläufige genäherte Rechnung ergab uns hier schon eine ziemlich bedeutende Depression des Caspischen Meeres von ungefähr 100 Fuss. Nachdem am Endpuncte der Operation, sowie im Dorfe Tschernoi Rynok noch einige astronomische Beobachtungen angestellt waren, traten wir unsere Rückreise an. Fuss nahm diese über Astrachan, Sawitsch und ich über Taganrog, um die an diesen Orten aufgestellten Barometer noch einmal zu vergleichen. Uns letzteren gelang noch auf der Rückreise bei der Poststation Suchoborosdinsk, durch welche unsere Operationslinie führte, nicht weit von Kisljar, die Beobachtung einer Sternbedeckung, sowie die Polhöhenbestimmung. Von Taganrog begaben wir uns noch nach Nicolajew am Schwarzen Meere, um auch dort Barometerbeobachtungen zu veranlassen, und die unsrigen zu vergleichen. Wir wurden von dem dortigen Astronomen Herrn Staatsrath v. Knorre auf's freundlichste empfangen, und es wird jetzt von ihm eine Reihe Beobachtungen an einem vorzüglichen Normalbarometer von Buzengeiger, sowie an einem von uns zurückgelassenen, gemacht, die in Verbindung mit den Astrachanischen von grossem Nutzen für die Wissenschaft sein wird. — Nach einer wegen der schlechten Wege und vorgerückten Jahreszeit höchst beschwerlichen Reise erreichten wir im December Moscau, und im Anfange Januars 1838 waren wir sämmtlich wieder in St. Petersburg vereinigt.

## II. Kurze Beschreibung der Localitäten, durch welche die Operationslinie führte.

Der verstorbene Herr Professor Parrot jun. hat in seiner Reise ein ebenso reizendes, als auch im Allgemeinen richtiges Bild der Caucasischen Steppen gegeben, so dass es überflüssig wäre, wenn wir jetzt noch einmal eine Beschreibung derselben liefern wollten. Wir werden daher hier nur kurz dasjenige anführen, was auf unsere Arbeit Bezug hat. Unsere ganze Operationslinie, wie wir deren Lauf oben bezeichnet haben, führt durch Steppen, die fast durchgängig von allem Baumwuchse entblösst sind. In keinem Lande kann daher eine trigonometrische Operation mit so viel Leichtigkeit geführt werden, als dort, weil man nirgends durch Wälder in seiner Aussicht beschränkt wird. In den ebensten Gegenden derselben würde nur der Mangel an hinreichend hohen Standpuncten der Grösse der Dreiecke Grenzen setzen. Dieser Mangel der Natur wird aber einigermassen durch das Werk von Menschenhänden ersetzt. In den Steppen des südlichen Russland's finden sich nämlich fast überall eine Menge kleiner künstlicher Hügel (Kurgane), die wohl grösstentheils als Grabhügel, theils vielleicht auch als Wachtposten von den alten Völkern, welche diese Gegenden bewohnten, aufgeführt worden sein mögen. Diese Hügel brachten uns den grössten Nutzen, indem sie etwas höhere Standpuncte für unsere Signale darboten; und in einem flachen Lande ist schon jeder hinzukommende Fuss der Erhebung der Gesichtslinie über die Erde ein grosser Gewinn. Der Boden der Steppen besteht meistens aus fruchtbarer, schwarzer Erde, stellweise mit etwas Kalk, stellweise mit Thon vermischt, und ist mit üppigem Graswuchse bedeckt. Näher zum Caspischen Meere jedoch wird er sandig. — Das Terrain, zuerst ziemlich flach, besonders im Donischen Gebiete, wird etwa 80 Werst vor Stawropol unebener. Näher zu dieser Stadt erhebt es sich stufenweise immer mehr; ziemlich bedeutende Anhöhen und Schluchten finden sich; die Natur wird etwas reizender, denn man erblickt bisweilen wenigstens kleine Gebüsche; und zwischen Ortschaften, welche nicht weit von einander entfernt sind, findet man grosse Niveau-Unterschiede, sowie öfters Fernsichten von 60 bis 80