VORLÄUFIGER BERICHT

VON DER

RUSSISCHEN GRADMESSUNG,

MIT ALLERHÖCHSTER GENEHMIGUNG

AUF

VERANSTALTUNG DER KAISERLICHEN UNIVERSITÄT ZU DORPAT,

WÄHREND DER JAHRE 1821 BIS 1827

IN DEN

OSTSEEPROVINZEN DES REICHS

AUSGEFÜHRT

VON

DR. W. STRUVE,

PROFESSOR DER ASTRONOMIE.

DENKSCHRIFT DER PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT ZUR FEIER DES AM 12TEN DECEMBER 1827 ZU BEGEHENDEN FÜNFUND-ZWANZIGJÄHRLICHEN JUBELFESTES DER KAISERLICHEN UNIVERSITÄT ZU DORPAT.

DORPAT.

GEDRUCKT BEI J. C. SCHÜNMANN, UNIVERSITÄTSBUCHDRUCKER.

Herausgegeben auf Verfügung des Conseils der Universität.

Rector G. Ewers.

Dorpat, den 9. December 1827.

Die Universität Dorpat erfreut sich durch die von Sr. Majestæt dem Kaiser und Herrn Alexander dem Ersten vor nunmehr 25 Jahren bestätigte Fundation, einer jährlichen Summe zu wissenschaftlichen Reisen. In einem Zeitraume von 25 Jahren wurden daher mehrfache Unternehmungen, vorzüglich die Erweiterung der Naturkunde zum Gegenstande habend, auf Veranstaltung der Universität durch die Professoren ausgeführt, und in mehreren Fällen, wo die statutenmässige Summe den Erfordernissen nicht genügte, die Hülfsmittel zu den Unternehmungen durch Zuschüsse aus den Ersparnissen der Universität mit höherer Genehmigung vermehrt. Der botanische Garten, das mineralogische und das zoologische Cabinet enthalten in ihren Sammlungen die Früchte dieser Reisen, die sich nicht nur auf die der Universität zunächst gelegenen Provinzen des grossen Reiches, sondern auf die entferntesten Gegenden erstreckten, namentlich zuletzt auf die Gebirge des Urals und des Altai. Wenn so die Naturkunde durch diese Stiftung wesentlich gefördert ward: so rief dieselbe auch eine Arbeit hervor, die ins Gebiet der sogenannten exacten Wissenschaften gehört, eine Gradmessung in den Ostseeprovinzen, an welcher während 7 Sommer gearbeitet ward. Eine Nachricht über diese Arbeit, welche die erste ihrer Art ist, die auf Russlands Boden ausgeführt ward, und die unter den wissenschaftlichen Reise-Unternehmungen der Universität, ihres Umfangs und ihrer Dauer wegen, einen be-

deutenden Platz einnimmt, scheint ein nicht unwürdiger Gegenstand zu seyn für eine Schrift, die dem Gedächtnisse des fünfundzwanzigjährigen Daseyns dieser Anstalt gewidmet ist. Möge sie zeigen, wie es das Bestreben der Universität Dorpat in der nunmehr vollbrachten ersten Periode ihres Daseyns gewesen ist, mit den ihr zu Gebote stehenden Mitteln die Wissenschaften zu fördern, so wie es ihr Zweck ist, dieselben durch Unterricht zu verbreiten.

Bericht

über die in den Jahren 1821 bis 1827

mit Allerhöchster Genehmigung

auf Veranstaltung der Kaiserlichen Universität Dorpat

ausgeführte

Gradmessung

in den Ostseeprovinzen Russlands.

Wenn auch die Idee, dass die Erde eine Kugel sey, dem höchsten Alterthume zuzuschreiben ist, so konnte doch erst dann eine Bestimmung der Dimensionen dieser Kugel versucht werden, als unter den Ptolemäischen Königen Aegyptens die mathematischen Wissenschaften im Museo zu Alexandria vorzugsweise gepflegt wurden. Eratosthenes unternahm es, aus astronomischen Beobachtungen, in Alexandria und Syene angestellt, verglichen mit der durch Reisen einiger Maassen bekannten Entfernung dieser Orte, den Umfang der Erdkugel abzuleiten. Während fast zwei Jahrtausenden schritt die Kenntniss der Grösse der Erdkugel nicht erheblich vorwärts, und erst nach der Wiederherstellung der Wissenschaften gab der Holländische Physiker Snellius die richtige Methode an, nach welcher die Gradmessungen, die zur genaueren Kenntniss der Grösse der Erde führen, zu veranstalten sind. Die Distanz zweier unter einem Meridian der Erde belegener Oerter, durch geodätische Messungen bestimmt, verglichen mit dem entsprechenden Bogen des Umfangs, der aus astronomischen Beobachtungen erkannt wird, giebt eine Breitengradmessung. Die erste ward von Snellius selbst im 17ten Jahrhundert ausgeführt. Ihm folgten Picard und Cassini in Frankreich, und die Aufmerksamkeit aller Nationen lenkte sich auf diesen Gegenstand, als der unsterbliche Newton aus theoretischen Gründen bewiess, dass die Erde keine genaue Kugel, sondern unter den Polen abgeplattet sey; ein Satz, der durch die schon früher mit Fernröhren am Jupiter entdeckte Abplattung bestätigt ward. Jetzt kam es nicht allein darauf an, die Grösse der Erde im allgemeinen zu finden, sondern die Form derselben zu erkennen; und zu entscheiden, ob sie ein Körper sey, aus der Umdrehung einer regelmässig krummen Linie entstanden, ein Ellipsoid, und die Dimensionen dieses Ellipsoids zu bestimmen. Mannig-

fach haben die aufgeklärtesten Nationen Europas sich bemüht, diese Aufgabe zu lösen. Ohnstreitig gebührt Frankreichs Regierung der Ruhm, durch Unterstützung seiner ersten Gelehrten hier vorangegangen zu seyn. Im Jahre 1735 rüstete es seine Akademiker mit den kostbarsten Instrumenten aus, und schickte sie theils unter den Aequator nach Peru, theils unter den Polarkreis nach Lappland, theils liess es die frühere Messung in Frankreich selbst durch la Caille mit grösserer Genauigkeit wiederholen. Hiedurch sollte an verschiedenen, möglichst entfernten Punkten der Erdoberfläche die Grösse eines Breitengrades ausgemittelt werden, der, wenn die Erde unter den Polen abgeplattet war, desto grösser gefunden werden musste, je näher er dem Pole lag. Dies war auch das Resultat dieser drei so merkwürdigen, fast gleichzeitigen Messungen. Es ergab sich nemlich:

unter dem Aequator in Peru die Grösse des Breitengrades = 56753 Toisen,
unter 45° 0′ nördlicher Breite in Frankreich dieselbe = 57023 Toisen,
unter 66° 20′ nördlicher Breite in Lappland dieselbe = 57419 Toisen.

Wenn diese Messungen auch hinreichten, die Richtigkeit der Newtonschen Theorie zu bestätigen, so waren sie doch nicht genau genug, um die Grösse der Abplattung mit hinlänglicher Sicherheit auszumitteln. Es waren daher fernere Bemühungen für diesen Zweck nothwendig. Die Französische Messung wurde um das Ende des letzten Jahrhunderts von Delambre und Méchain durch ganz Frankreich geführt, nachher von Biot und Arago noch weiter nach Süden ausgedehnt. Sie umfasst $12\frac{1}{3}$ Breitengrade von den Balearischen Inseln unter 38° 40′ bis nach Dünkirchen unter 51° 2′ nördlicher Breite. An diese Messung schliesst sich die Englische Gradmessung, von dem Obersten Mudge vollendet, zwischen 50° 37′ und 53° 27′, über 2° 50′ der Breite. England erwarb sich ausserdem das Verdienst, durch den Major Lambton in Ostindien zwei Messungen ausgeführt zu haben, deren eine die Peruanische Messung an Umfang und Genauigkeit weit übertrifft. Sie erstreckt sich über einen Bogen von 6° 56′ zwischen 8° 10′ und 15° 6′ nördlicher Breite. Die zu geringe Ausdehnung der Lappländischen Gradmessung, wie sie von den Französischen Akademikern ausgeführt war, veranlasste ferner die Schwedische Regierung diese Arbeit in den Jahren 1801 bis 1803 durch Svanberg und Oefverbom wiederholen und erweitern zu lassen.

Merkwürdig genug gab aber diese neue Lappländische Gradmessung ein Resultat, das von dem früheren bedeutend abweicht.

So viel war bis vor ungefähr 20 Jahren durch Messungen für die Bestimmung der Figur der Erde geschehen. Seit der Zeit ist aber von neuem die Aufmerksamkeit der Regierungen mehrerer Nationen auf diesen Gegenstand gelenkt worden. Frankreich lässt seine Arbeiten erweitern und prüfen, England auf ähnliche Weise die dasigen; und wo die Englische Gradmessung aufhört, in derselben Breite fängt die Dänische, von Schumacher ausgeführt, an, die sich von Hamburg bis an die Nordspitze Jütlands von 53° 36′ bis 57° 43′ erstreckt. An die Dänische Gradmessung schliesst sich nach Süden eine zweite, durch das Königreich Hannover, die von dem ersten jetzt lebenden Mathematiker Gauss ausgeführt wird.

Durch diese gemeinschaftlichen Arbeiten erstreckt sich die Messung des Europäischen Meridians von den Inseln des Mittelmeers bis an Jütlands Nordküste, über fast 20 Breitengrade in einer Ausdehnung von 2000 Werst.

Nur in Russland oder Schweden konnten diese Messungen weiter nach Norden geführt werden. Der Parallel der Nordspitze Jütlands geht aber durch Russlands Ostseeprovinzen.

Diese Betrachtung veranlasste mich im Jahre 1819 einen Plan zu einer Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen zu entwerfen, welcher das Glück hatte Sr. Majestät dem Kaiser und Herrn Alexander dem Ersten durch die Obern der Universität Dorpat unterlegt zu werden; nach welchem eine Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen aus den Mitteln der Universität zu wissenschaftlichen Reisen ausgeführt werden sollte. Se. Majestät hatte die Gnade diesen Plan zu genehmigen, und der Sternwarte hieselbst ein Geschenk von Tausend Ducaten zu machen, um deren Instrumenten-Sammlung für den Zweck der Gradmessung mit mehreren erforderlichen Apparaten zu bereichern. Im Jahre 1820 erhielt ich die Genehmigung zu einer auf Kosten der Universität zu unternehmenden Reise nach Deutschland. Der Zweck dieser Reise war ein ge-

doppelter. Theils beabsichtigte ich die Bestellung der Instrumente in der mechanischen Anstalt der Herren von Reichenbach und Ertel in München, nach Rücksprache mit diesen grossen Künstlern. Zweitens hoffte ich durch eine Zusammenkunft mit den Herren Gauss und Schumacher für meine Arbeit wesentliche Belehrung aus ihren bisherigen Erfahrungen zu erhalten, und namentlich die Operationen bei der für die Dänische Gradmessung in dem Jahre auszuführenden Basismessung aus eigner Anschauung kennen zu lernen, eine Arbeit, die mit einem neuen eigenthümlichen Apparate, von dem Mechaniker Herrn Repsold in Hamburg angefertigt, unternommen werden sollte. Beide Zwecke wurden glücklich erreicht. Belehrend war für mich der Aufenthalt in Altona und Göttingen, und mit aufrichtigem Danke erinnere ich mich der Bereitwilligkeit, mit welcher Herr Professor und Ritter von Schumacher mir die Theilnahme an der Arbeit der Basismessung gestattete. In München war ich so glücklich das eine Hauptinstrument, Reichenbachs Universalinstrument, welches fertig vorhanden war, zu erstehen, und die übrigen zu bestellen. Zugleich gewährte mir dieser Aufenthalt in München den unschätzbaren Vortheil, mit der grossen mechanischen Anstalt dieser Künstler vertraut zu werden, die Vollendung des für die Dorpater Sternwarte in Arbeit befindlichen Meridiankreises zu beschleunigen; endlich die unvergleichliche optische Anstalt der Herren von Utzschneider und Fraunhofer kennen zu lernen. Fraunhofer hatte damals gerade den Anfang zur Bearbeitung seines grossen Refractors gemacht, und als eins der Hauptresultate dieser Reise muss ich es ansehen, dass ich nach meiner Rückkehr die Obern der Universität durch einen Bericht über Fraunhofers Arbeiten veranlasste, zu genehmigen, dass jenes Meisterstück dieses leider so früh verewigten Künstlers für die Dorpater Sternwarte bestellt wurde.

Der ganze für die Ausführung der Gradmessung zu Gebote gestandene Apparat besteht aus folgenden Instrumenten:

I. Instrumente aus der von Sr. Majestät dem Kaiser Alexander geschenkten Summe angeschafft.

1. Ein Universalinstrument von Reichenbach und Ertel. Der Horizontalkreis hat 14 Zoll Durchmesser, der Vertikalkreis

11 Zoll. Die vier Verniere geben an jedem 4 Secunden, am Horizontalkreise liest man aber mit Uebung bis auf eine Secunde. Das in der Mitte gebrochene Fernrohr hat 18 Zoll Focalweite bei 21 Linien Oeffnung. Der Polarstern kann zu jeder Tageszeit mit demselben gesehen werden. Mit diesem Instrumente sind alle terrestrischen Beobachtungen, sowohl der horizontalen als der verticalen Winkel gemacht, so wie die zur Bestimmung des Azimuts dienenden.

2. Ein achtzehnzolliger Verticalkreis von Reichenbach und Ertel. Das Fernrohr hat 2 Fuss Länge und 21 Linien Oeffnung. Die 4 Verniere geben 4 Secunden an, aber an jedem liest man mit Leichtigkeit die einzelne Secunde. Dieses Instrument diente zur Bestimmung der Polhöhen.
3. Ein achtzolliger astronomischer Theodolit von Reichenbach und Ertel, dessen Verniere 10 Secunden angeben, zu kleinen Hülfstriangulationen angewandt, so wie zum Absetzen auf den Erdboden bei der Messung der Grundlinie.
4. Eine astronomische Pendeluhr von Liebherr.
5. Eine Reisependeluhr von demselben.
6. Eine Toise von Fortin, mit dem Certificate des Bureau de longitudes in Paris, als Normalmaass.

II. Instrumente, theils auf der Sternwarte vorhanden, theils im Laufe der Gradmessung angeschafft.

7. Hier muss zuerst der grosse Meridiankreiss der Sternwarte genannt werden, an welchem die Fundamentalbestimmungen der auf der Gradmessung beobachteten Sterne auf der Sternwarte selbst gemacht werden, so wie alle Zeitbestimmungen während der Beobachtungen in Dorpat.
8. Das grosse Mittagsrohr von Dollond, von 8 Fuss Brennweite und 51 Linien Oeffnung, als Zenithsector an den Endpuncten und auf der Mitte der Gradmessung gebraucht.
9. Eine Pendeluhr von Repsold.
10. Eine Reisependeluhr von demselben.
11. Ein Chronometer von Arnold.

12. Mehrere Spiegelsextanten von Troughton und Dollond nebst künstlichen Horizonten.

13. Vier Heliotrope, zur Signalisirung aus grossen Entfernungen durch den Reflex des Sonnenscheins, in Dorpat gearbeitet.

14. Ein Maassvergleicher, Comparateur, auf welchem, durch einen Fühlhebel und ein mikroskopisches Mikrometer von Pistor in Berlin, Längenmaasse bis auf $\frac{1}{2000}$ Linie verglichen werden können, nach eigner Angabe in Dorpat gearbeitet.

15. Ein Apparat zur Messung der Basis, nach eigner Construction hieselbst ausgeführt. Der Messstangen sind 4. Sie sind von Eisen, 12 Fuss lang und $1\frac{1}{4}$ Zoll stark. An dem einen Ende sind sie vorgestahlt und abgedreht; am andern Ende befindet sich ein Fühlhebel, an welchem $\frac{1}{1000}$ Linie mit unbewaffnetem Auge abgelesen wird. In jede sind 2 Thermometer eingelassen, und die Stangen innerhalb des Holzkastens, aus welchem sie nur mit den Enden hervorragen, mit einem schlechten Wärmeleiter umgeben. Eine Wasserwage giebt die Neigung der Stangen an. Zu diesen Stangen gehören 16 Holzböcke und 12 eiserne Dreifüsse, welche letztere durch Schrauben sowohl horizontale als verticale Bewegung zulassen.

16. Ein kleines Passageninstrument von 10 Zoll Länge, auf einem Messtischstative ruhend, welches zu allen Centrirungen gebraucht worden.

Ausserdem verdankt die Gradmessung der Sternwarte des Gymnasii illustris zu Mitau den Gebrauch:

17. Eines zweiten astronomischen Verticalkreises von Reichenbach und Ertel, neuer Construction; und

18. Eines zehnzolligen Spiegelsextanten von Troughton;

So wie mehreren Freunden der Astronomie den Gebrauch:

19. Dreier Fernröhre, von 2, 3 und 4 Fuss Länge, zu den Orientirungen erforderlich.

Diese Uebersicht der bei der Gradmessung angewandten Hülfsmittel zeigt, dass dieselben von einer Vorzüglichkeit und Vollständigkeit wa-

ren, wie sie bei keiner der bisher bekannt gewordenen Arbeiten dieser Art statt fand.

Durch die in den Jahren 1816 bis 1818 von mir ausgeführte trigonometrische Aufnahme von Liefland waren die Dreieckspunkte für die Gradmessung von der Düna bis an die Gränze Esthlands bekannt. Im Jahre 1821 suchte ich die Dreieckspunkte zwischen dieser und der Insel Hochland aus, und ordnete die Errichtung der Signale auf der ganzen Dreieckskette an. Da vor Vollendung der Signale keine Winkelmessung beginnen konnte, so benutzte ich die übrige Zeit, um die Möglichkeit einer künftigen Fortsetzung dieser Gradmessung in Finnland hinein, gemeinschaftlich mit dem damaligen Astronomen aus Abo, Dr. Walbeck, zu untersuchen.

Die beiliegende Dreieckscharte zeigt in I. die 30 Dreiecke, welche den südlichen Endpunkt der Gradmessung bei Jacobstadt mit dem nördlichen auf dem Felsen Mäggi-Pälüs der Insel Hochland verbinden, so wie die Lage derselben gegen den Meridian der Dorpater Sternwarte, welche fast in der Mitte zwischen den Parallelen von Jacobstadt und Hochland gelegen ist. Sie enthät ferner in II. die 3 Dreiecke, welche die Grundlinie mit der Hauptdreiecksseite zwischen Ebbafer und Tammik in Verbindung setzen, nebst den beiden Dreiecken an der Grundlinie selbst, welche die Messung der beiden Theile derselben durch einander controlliren.

Die Hauptdreieckspunkte sind, von Süden nach Norden gegangen, folgende:

1. Jacobstadt. Der südliche Endpunkt der Gradmessung durch ein eignes Mauerwerk bezeichnet, in welches ein metallner Bolzen eingelassen ist. Das Mauerwerk ist durch ein Dach und eine Umzäunung geschützt und der Obhut des Oberhauptmannsgerichts übergeben.
2. Kreuzburg. Centrum des Belvederes auf dem Thurm des Schlosses.
3. Dabors-Kaln. Signal. Die Anhöhe gehört zum Gute Alt-Selburg, im Kirchspiele gleiches Namens, in Curland, und erhebt sich 493 Par. Fuss über die Meeresfläche, etwa 300 Fuss über die nahe gelegene Düna.

4. Gaise-Kaln. Signal. Der Berg gehört zum Gute Dewen im Bersohnschen Kirchspiele, und ist der höchste Punkt in Lettland, 965 Par. Fuss über dem Meere.

5. Sestu-Kaln. Signal. Der Berg gehört zum Gute Gross-Oselshof im Lindenschen Kirchspiele, 680 Par. Fuss über dem Meere.

6. Elkas-Kaln. Signal. Der Bergrücken gehört zum Kronsgute Eschenhof im Kirchspiele Schujen. Höhe 808 Par. Fuss.

7. Nessaule-Kaln. Signal. Berg zum Gute Ohlenhof gehörig, im Kirchspiele Seswegen, 880 Par. Fuss üer dem Meere.

8. Ramkau. Signal auf einer Anhöhe, 4 Werst vom Hofe Ramkau, im Kirchspiele Neu-Pebalg. Höhe über dem Meere 726 Par. Fuss.

9. Kortenhof. Signal, auf dem Schlossberge gelegen, im Kirchspiele Schwaneburg, 550 Par. Fuss über dem Meere.

10. Palzmar. Signal auf dem hohen Felde des Pastorats Palzmar. Höhe 389 Par. Fuss.

11. Oppekaln. Kirchthurm, 740 Par. Fuss über dem Meere.

12. Mario-Mäggi. Signal. Anhöhe zum Gute Taivola, im Kirchspiele Harjel, 390 Par. Fuss über dem Meere.

13. Lenard. Signal. Bei der Hoflage Lenard zum Gute Sagnitz, im Kirchspiele Theal, 662 Par. Fuss über dem Meere.

14. Hummelshof. Signal. Auf der hohen Heide, beim verlassnen Hofe Neu-Hummelshof, im Helmetschen Kirchspiele gelegen.

15. Helmet. Kirchthurm.

16. Arrol. Signal auf dem Megaste-Mäggi im Kirchspiele Odenpäh. Höhe 642 Par. Fuss.

17. Annikatz. Signal auf dem hohen Felde bei dem Kruge Annikatz, zum Gute Tuhalan, im Helmetschen Kirchspiele.

18. Holstfershof. Signal auf einer Anhöhe, im Kirchspiele Paistel.

19. Arrohof. Signal auf dem Berge Wachtre-Mäggi, zum Kirchspiele Kavelecht, 353 Par. Fuss hoch.

20. Oberpahlen. Das Belvedere auf dem alten Schlosse.

21. Kersel. Signal auf einer Höhe an der Landstrasse von Dorpat nach Reval.

22. Dorpat Sternwarte, 209 Par. Fuss über dem Meere.

23. Sall. Signal auf einer Anhöhe des Gutes Sall, zum Kirchspiele St. Simonis gehörig. Dieser Punkt ist der höchste in ganz Esthland.

24. Marien-Magdalenen Kirchthurm.

25. Ebbafer. Signal auf dem Berge Ebbafer zum Gute Wack, im Kirchspiele klein Marien.

26. Tammik. Signal. Die Anhöhe ist nahe beim Hofe Tammik, im Kirchspiele St. Simonis.

27. Räeküll. Signal in der Nähe des Gutes Raeküll, beim Dorfe Narak, zum Gute Borkholm gehörig, welches im Kirchspiele klein Marien liegt.

28. Lewala. Signal auf der hohen Fläche beim Dorfe Lewala zum Gute Karritz, im Kirschspiele Wesenberg.

29. Warres-Mäggi. Signal. Die Anhöhe gehört zum Gute Poll im Kirchspiele St. Jacobi.

30. Halljall. Kirchthurm.

31. Hohenkreuz. Signal auf einer Anhöhe, eine Werst von der Station Hohenkreuz, auf dem Grunde der Gutes Samm, im Kirchspiele Maholm.

32. Mäggi-Pälüs. Signal auf der Spitze eines Felsen auf der Insel Hochland, über 400 Par. Fuss über der Meeresfläche.

Im Jahre 1822 begann die Winkelmessung auf den 7 zunächst bei Dorpat gelegenen Dreieckspunkten. Sie war mit dem Universalinstrumente geführt, unter Anwendung der Methode der Repetition, die seit 35 Jahren als die alleinige, eine grosse Genauigkeit gewährende, angenommen war. Die Erfahrungen dieses Sommers zeigten mir aber theils die Unzulänglichkeit dieser Methode, theils das zeitraubende derselben. Somit war das Hauptresultat der Arbeiten dieses Sommers, dass diese Beobachtungsart, wenn sie auch für mittelmässige Instrumente die einzige ist, die zu brauchbaren Resultaten führen kann, bei der Anwendung Reichenbachscher Winkelmesser verlassen werden müsse und dürfe. Die bewunderungswürdige Genauigkeit der Theilungen des Universalinstruments liess mich statt ihrer die Methode der einfachen Winkelmessung, von verschiedenen Theilpunkten ausgehend, annehmen, welche, wie die spätere Erfahrung lehrte, eine bedeutend grössere Genauigkeit und Zeitgewinn mit einander vereinigt. Da diese Methode in diesem Sommer noch nicht angewandt war, es mir aber wesentlich schien, die ganze Arbeit auf eine gleichförmige Weise durchzuführen: so veranlasste dies mich, die Beob-

achtungen dieses Jahres als nicht gemacht zu betrachten, und somit den Anfang der bleibenden Beobachtungen der Gradmessung vom Jahre 1823 an zu rechnen.

In den Sommern 1823 und 1824 gelang es, die Messung der Winkel, sowohl der horizontalen, als der verticalen, an 24 Dreieckspunkten, unter häufiger Anwendung der Heliotrope für die grössern Entfernungen, zu Stande zu bringen. Zugleich ward im Jahre 1824 die Richtung des Meridians der Dorpater Sternwarte, durch das von Dorpat aus beobachtete Azimut eines auf dem Signal in Kersel aufgestellten Heliotrops, ausgemittelt. Auch wurde von zweien Gehülfen eine Fahrt nach der Insel Hochland gemacht, um die Art und Weise der Aufstellung der Instrumente bei künftigen astronomischen Beobachtungen auf diesem Felseneiland zu erforschen.

Im Jahre 1825 durfte ich mich, wegen des Baues des beweglichen Hauses für den grossen Refractor von Fraunhofer, nicht von der Sternwarte in Dorpat entfernen, konnte also für die Gradmessung nur einen Theil der in Dorpat anzustellenden astronomischen Beobachtungen für die Polhöhe vornehmen, so wie eine Wiederholung der vorigjährigen Azimutbeobachtungen.

Im Jahre 1826 ward dagegen an der Fortsetzung der Gradmessung mit grossem Eifer gearbeitet, nnd die so wichtige astronomische Bestimmung der Endpunkte unserer Gradmessung mit allen zu Gebote stehenden Hülfsmitteln zum Gegenstande unserer Bemühungen gemacht. Zu dem Ende ward fast der ganze oben erwähnte Instrumenten-Vorrath, mit Ausnahme des Meridiankreises und des Basisapparats, im April nach Jacobstadt in Curland transportirt, und hier unter 4 eigens dazu eingerichteten Zelten, als beweglichen Sternwarten, in einem mit einem Pallisadenzaun versehenen Lager, welches durch militärische Wache geschützt ward, aufgestellt. Im Anfange des Junius waren die Beobachtungen der Polhöhe, die des Azimuts, so wie die Verbindung des Standorts der Instrumente mit dem Hauptdreieckspunkte in Kreuzburg ausgeführt, und zuletzt der südliche Endpunkt der Gradmessung durch einen Metallbolzen in ein Mauerwerk eingelassen, bezeichnet. Der ganze Instrumenten-Vorrath ward nun von Jacobstadt nach Reval, gegen 500 Werst, zu Lande geführt. Von hier aus schifften wir uns auf der Kriegsbrigg

Ochtinka, Capitain Denissowitsch, nach der Insel Hochland ein. Dieses Fahrzeug war auf Verwendung Sr. Excellenz des Herrn Contre-admirals und Ritters von Krusenstern, von Seiten des Ministerii der Marine zum Gebrauch der Gradmessung für diesen Sommer abcommandirt. Auf Hochland waren dieselben Beobachtungen wie in Jacobstadt anzustellen. Diese Felseninsel erhebt sich in der Richtung von NW. nach SO., in einer Länge von 10 Wersten, bei einer Breite von 2 Wersten, mehr oder minder steil aus dem Meere. Zwei Buchten an der östlichen Seite bieten Ankergrund und flaches versandetes Ufer; hier sind die beiden einzigen Dörfer, Hochland das südlichere, Rogolachti, das nördlichere grössere mit einer Kirche versehen, welche zwei Mal im Jahre von einem Prediger, der von Wiburg in Finnland herüberkommt, besucht wird. Die Insel selbst besteht durchweg aus Porphyr *) und erhebt sich in vier Hauptkuppen, zwischen denen Schluchten und niedere Felskuppen wechseln, zu einer Höhe zwischen 400 und 500 Par. Fuss. Die Steilheit macht diese Felsen sehr unzugänglich. Der höchste ist der südlichste, Launa-Körge, dann folgt der mächtige Hawukawor, dann der Mäggi-Pälüs und am nördlichsten der, auf welchem der obere Leuchtthurm liegt. Ein zweiter Leuchtthurm liegt unterhalb des Felsen an der Nordspitze, hart am Wasser. Die beiden südlichen höheren Felsen sind stark bewachsen, während die beiden nördlichen kahl sind. Einer der letzteren musste daher zum Dreieckspunkte gewählt werden. Zwischen diesen liegt das Dorf Rogolachti, in welchem wir bei den freundlichen Fischerbauern geräumige reinliche Wohnung erhielten. In einer Entfernung von einer Werst von demselben fanden wir am Ende der Schlucht eine geeignete Stelle für die Aufstellung unserer Instrumente, indem hier der Fels horizontal in geringer Höhe über dem Sande zu Tage kam, und daher eine feste Grundlage für das Mauerwerk der zu errichtenden Pfeiler des Passageninstruments darbot. Hier ward das astronomische Lager aufgeschlagen und in demselben das Mittagsrohr, so wie die

---

*) Herr Ulprecht, privatisirender Mineraloge in Dorpat, begleitete schon im Jahre 1824 die Gehülfen nach Hochland, und besuchte die Insel mit uns zum zweiten Male 1826. Ihm verdankt man die Kenntniss, dass Hochland aus Porphyr besteht, während das Ufer Finnlands und dessen Scheeren Granit sind, Esthlands Ufer aber aus Kalk besteht. Erfreulich war es, durch die in diesem Jahre von Hochland zurückkehrenden Gehülfen zu erfahren, dass jetzt schon Porphyrbrüche daselbst eingerichtet sind, ohnfehlbar in Folge der Bekanntmachung, die Herr Ulprecht von seinen Beobachtungen über Hochland in den vaterländischen Zeitschriften gemacht hat.

beiden Verticalkreise nebst 3 Pendeluhren aufgestellt. Es war zuerst meine Absicht das Centrum des oberen Leuchtthurmes zum Dreieckspunkte und nördlichen Endpunkte der Gradmessung zu nehmen. Zu dem Ende ward das Universalinstrument und ein Zelt auf die Felsenhöhe gebracht, welches durch die Hülfe der im Klettern gewandten Einwohner möglich wurde. Aber wir konnten von dem Felsen aus nur die Spitzen der Kirchthürme in Halljall und Maholm sehen, die Heliotrope wurden nicht erblickt, weil sie zu niedrig standen. Wir mussten also diesen Punkt aufgeben, das Instrument hinunterbringen und auf den südlicher gelegenen höheren Mäggi-Pälüs tragen. Dies ward verschoben bis zur Vollendung der astronomischen Beobachtungen im Lager. Am $\frac{15}{3}$. August waren die Beobachtungen an allen 3 Instrumenten, auf denen die Polhöhe begründet ward, geschlossen. Nachdem das Auftragen des Instruments auf den Mäggi-Pälüs gelungen, und dasselbe hier unter seinem Zelte aufgestellt war, begann ich mit der Bestimmung der Richtung des Meridians durch die Beobachtung des Azimuts eines Absehens, welches an den Leuchtthurm befestigt war. Dann hatten wir den Winkel zwischen Hohenkreuz, Halljall und dem Absehen zu bestimmen; aber erst nach vierzehntägigem Bemühen gelang dies am $\frac{29}{17}$. und $\frac{30}{18}$. August. So lange hatte ein Rauch, von den Waldbränden in Finnland, Esthland und Ingermannland erzeugt, die Insel eingehüllt, und die Richtung der Heliotrope unmöglich gemacht. Jetzt ward der Punkt auf Mäggi-Pälüs durch einen Metallbolzen, der in die höchste Stelle des Felsen eingelassen und vergossen wurde, bezeichnet, und mit einer Piramide von Felstrümmern überbaut, zugleich ein Signal errichtet, um diesen Punkt von der Küste Esthlands aus kenntlich zu machen, im Fall trübes Wetter den Gebrauch der Heliotrope verhindern würde. Endlich ward noch auf Hochland eine eigne kleine Triangulirung ausgeführt um den Punkt auf Mäggi-Pälüs mit dem Leuchtthurm, dem Kirchthurm und dem Standorte des Passageninstruments in Verbindung zu bringen. Die Fig. III. zeigt die Dreiecke dieser Verbindung, für welche eine kleine Grundlinie von 130 Toisen Länge mit hölzernen Stangen gemessen ward. Die Winkel der Dreiecke wurden mit dem Theodoliten von Reichenbach und Ertel beobachtet. —— Froh die beschwerlichen Arbeiten zu Stande gebracht zu haben, kehrten wir, nach einem achtwöchentlichen Aufenthalte auf der Insel, einen Tag vor dem Eintritte der ersten heftigen Aequinoctialstürme nach dem Festlande zurück.

Im Laufe des Sommers 1827 bestrebte ich mich die Gradmessung zu vollenden. Zu dem Ende suchte ich schon im April das Terrain für die Messung der Grundlinie in Esthland auf, und fand ein sehr geeignetes auf der Ebene der Hofsfelder der Güter Awandus und Woibifer im Kirchspiele St. Simonis. Darauf verfügte ich mich nach den zunächst am Meerbusen gelegenen beiden Stationen, um hier die Winkelmessung des nördlichsten Dreiecks zum Schluss zu bringen. Leider war ein vierzehntägiger Aufenthalt auf dem Thurme von Halljall umsonst. Die Herbststürme des vorigen Jahres hatten das Signal auf Hochland zerstört, ohne dass wir dies der ungünstigen Luft wegen aus so grosser Ferne zeitig genug erkannt hatten. In der Voraussetzung, dass im Anfange des gewöhnlich kühlen Maimonats die Luft sehr durchsichtig sey, hatte ich nemlich kein Heliotrop nach Hochland gesandt. Ich beschloss nunmehr diese, wegen der Entfernungen von 70 bis 80 Werst, so schwierigen Messungen bis auf die durchsichtigen Tage des Herbstes zu verschieben. Darauf suchte ich zuerst die Winkelmessung an den im Jahre 1822 schon besuchten Stationen nach der vollkommneren Methode nachzuholen; und kehrte, als dies gelungen, in der Mitte des Junius nach Dorpat zurück. Hier, als auf dem mittleren Hauptpunkte der Gradmessung, waren alle astronomischen Beobachtungen, die im vorigen Jahre an den Endpunkten Jacobstadt und Hochland angestellt worden, mit denselben Instrumenten auf gleiche Weise vollständig auszuführen. Bis zur Mitte des Augusts war diese Arbeit vollendet. Bis dahin war aber auch der Apparat für die Messung der Basis vom Mechanikus der Universität ausgeführt. Mit diesem Apparate verfügten wir uns nach St. Simonis und begannen die Messung der $4\frac{1}{4}$ Werste langen Basis gegen das Ende des Augusts. Gegen die Mitte des Septembers war sie vollendet. Jetzt war noch die im Frühjahr missglückte Verbindung mit Hochland auszuführen. Ich sandte daher zwei Gehülfen dorthin, um theils ein neues Zeichen aufzurichten, theils mit dem Heliotrope zu signalisiren. Diese trafen, durch widrige Winde aufgehalten, erst am $\frac{25}{13}$. in Hochland ein. Mit grosser Mühe und nach einem Zeitaufwande von noch über 3 Wochen gelang die Winkelmessung, so schwierig, weil so selten die Luft über dem Meere die für so grosse Entfernung erforderliche Ruhe und Durchsichtigkeit darbietet, und weil in so später Jahreszeit die Ersteigung der Felsen auf Hochland nicht selten gefährlich ward, auch der Sturm auf der Höhe die Richtung der Heliotrope mitunter unmöglich machte. Die

Gehülfen kehrten wenig Tage vor dem ersten heftigen Froste am $\frac{19}{6}$. October von Hochland zurück. Nun blieb nur noch zur gänzlichen Vollendung der Gradmessung die Verbindung der Grundlinie mit der zunächst gelegenen Hauptdreiecksseite Ebbafer nach Tammik übrig. Diese war durch drei Dreiecke zu bewerkstelligen (Fig. II.). Erst in der Mitte des Octobers konnten wir diese Arbeit beginnen. Aber der plötzlich eingetretene Winter, mit arschinhohem Schnee und einer Kälte, die bis auf 13° Réaum. ging, setzten der Winkelmessung grosse Schwierigkeit entgegen, da es unter so ungünstigen Umständen zu leicht geschieht, dass man die für eine solche Arbeit erforderliche Genauigkeit nicht in den Messungen erhält. Indess thaten wir unter diesen Umständen unser möglichstes, und so gelang es am 31. October die letzten Beobachtungen anzustellen, und in den ersten Tagen des Novembers nach vollendeter Gradmessung mit den Instrumenten auf Schlitten nach Dorpat zurückzukehren.

Eine Arbeit von solchem Umfange erforderte die Theilnahme mehrerer Gehülfen. Sie musste den theilnehmenden eine Gelegenheit darbieten, sich in der höheren Geodäsie und in der Astronomie practisch auszubilden. Diese Rücksicht veranlasste Se. Excellenz der Herr Contreadmiral und Riter von Krusenstern die Allerhöchste Genehmigung nachzusuchen, dass zwei Officiere der Kaiserlichen Flotte nach Dorpat beordert würden, um unter meiner Anleitung auf der Sternwarte selbst, und durch Theilnahme an der Gradmessung ihre Kenntnisse zu erweitern. Einer dieser Officiere ist der Herr Flottlieutenant Baron B. W. von Wrangell, der im Herbste 1822 nach Dorpat kam, und während 5 Jahre an den Arbeiten der Gradmessung von ihrem definitiven Anbeginn bis zur Vollendung Theil genommen hat. Ich erkannte bald in ihm einen bei der Ausführung eines so weitläuftigen, die höchste Genauigkeit erfodernden Unternehmens, unschätzbaren Gehülfen; und so belohnt sich mein Bestreben, dass ihm die Gradmessung zur Ausbildung seiner Kenntnisse Gelegenheit gewähren mögte, der Arbeit selbst dadurch, dass derselben in Herrn von Wrangell ein Mitarbeiter ward, der Talent, Eifer und Beharrlichkeit in solchem Grade verband, dass er bald in alle Theile der Gradmessung wesentlich eingriff, und ich dieselbe als ein von mir und Herrn von Wrangell, unter meiner oberen Leitung, gemeinschaftlich ausgeführtes wissenschaftliches Unternehmen ansehen muss. Er übernahm und vollführte überdies einen grossen Theil der zur Reduc-

tion der Gradmessung erforderlichen Rechnungen, sowohl über die geodätischen als astronomischen Beobachtungen.

Einen wichtigen Antheil am astronomischen Theile der Gradmessung nahm der Herr Collegienrath Professor Dr. Paucker in Mitau im Jahre 1826. Die unter seiner Leitung stehende Sternwarte des Gymnasii erhielt im Jahre 1826 einen achtzehnzolligen Verticalkreis von Ertel, nach einer von mir angegebenen verbesserten Construction. Mit Genehmigung der Obern erhielt Herr Professor Paucker einen Urlaub vom ersten Mai bis ersten September, und die Erlaubniss, dass das erwähnte Instrument für die Gradmessung benutzt werden könne. Er machte daher die Reisen nach Jacobstadt und Hochland mit, und lieferte theils selbst eine Reihe von Beobachtungen über die Polhöhe, theils gelang es mir mit dem erwähnten Instrumente eine unabhängige Bestimmung dieses astronomischen Elements, sowohl für die beiden Endpunkte im Jahre 1826, als für den mittleren Hauptpunkt Dorpat im Jahre 1827, zu erhalten, und so die Sicherheit der Resultate durch die Vervielfältigung der Beobachter und der Hülfsmittel wesentlich gefördert zu sehen.

Während kürzerer Zeit nahmen mehrere Studierende der Universität an der Gradmessung Theil, und erhielten so die Gelegenheit, sich für das Fach der höheren Geodäsie practisch auszubilden. Hier muss ich zuerst Herrn Preuss nennen, der schon als Amanuensis der Sternwarte in den Jahren 1821 und 1822 an den Vorarbeiten der Gradmessung Theil nahm, im Jahre 1823 aber Dorpat verliess, um als Astronom die Reise um die Welt, unter Führung des Herrn Capitain von Kotzebue, zu begleiten. Im Jahre 1827 hatte Se. Majestät der Kaiser die Gnade, die Anstellung eines Observators, als zweiten Astronomen bei der Dorpater Sternwarte zu genehmigen, unter Bewilligung eines Gehalts von 600 Silber-Rubeln. Diese Stelle ward Herrn Preuss, der schon im vorigen Jahre zurückgekehrt war, übertragen, und so nahm derselbe im Herbste dieses Jahres Theil an der Messung der Grundlinie. Herr Lemm, Nachfolger von Preuss als Amanuensis, entwickelte in den Jahren 1823 und 1824 zuerst bei Gelegenheit der Gradmessung sein practisches Talent auf eine Weise, dass er im Jahre 1825 den ihm übertragenen ehrenvollen Posten eines Astronomen beim Kaiserlichen Generalstaabe zu übernehmen im Stande war. In den Jahren 1826 und 1827 machte Herr Feodorof,

der durch die Gnade Ihro Majestät der Kaiserin Maria Feodorowna zum Studio nach Dorpat gesandt ist, und sich der Astronomie vorzugsweise widmet, auch bei der Gradmessung seine erste practische Schule. Im Jahre 1827 leistete Herr Engelmann, Inspector des physicalischen Cabinets, durch Beihülfe bei der Basismessung, so wie durch die Uebernahme der letzten Reise nach Hochland in Gesellschaft des Herrn Feodorof, der Gradmessung wesentliche Dienste. Auch einigen andern Studierenden ward die Gelegenheit die Arbeiten der Gradmessung mehr oder minder kennen zu lernen. Ferner haben an der Gradmessung im Jahre 1823 der Flottlieutenant de Livron und im Jahre 1824 der Flottlieutenant Sokolow zu ihrer Belehrung Theil genommen, und bei der Direction der Heliotrope Hülfe geleistet. Im Jahre 1826 endlich hatten die Herren Officiere des Kaiserlichen Generalstaabes, die einen Cursus der Astronomie auf der Dorpater Sternwarte machen, von ihren Obern den Auftrag erhalten, den astronomischen Beobachtungen in Jacobstadt und Hochland beizuwohnen.

Mit Freuden ergreife ich hier die Gelegenheit allen denen, die durch ihre Theilnahme die Vollendung der Gradmessung befördert haben, meinen aufrichtigsten Dank abzustatten, zugleich aber auch den freundlichen Bewohnern der Ostseeprovinzen, die durch Gastfreundschaft und mannigfache Beihülfe es sich stets angelegen seyn liessen, die Beschwerden der Arbeit uns zu erleichtern.

Die bisher über das in den Tagebüchern enthaltne Material der Gradmessung geführten Rechnungen setzen uns in den Stand, eine Prüfung der Arbeit in Bezug auf die erlangte Genauigkeit nach den verschiedenen Theilen durchzuführen. Die aus dieser Untersuchung erhaltenen erfreulichen Resultate haben die Ueberzeugung gewährt, dass die als Ziel vorgesetzte Genauigkeit in jedem Theile der Arbeit erreicht wurde. Ich erlaube mir eine kurze Uebersicht dieser Prüfung zu geben.

Genauigkeit der gemessenen Grundlinie.

Die Genauigkeit der Grundlinie hängt zuerst von der Sicherheit ab, mit welcher das Normalmaass bekannt und auf die Messstangen übertragen worden ist. Die der Sternwarte gehörige, von Fortin in Paris angefertigte Toise, welche als Normalmaass zum Grunde liegt, ist mit ei-

nem, von Herrn Arago ausgestellten, Certificate des Bureau des longitudes in Paris versehen, welches folgender Maassen lautet:

Je sousigné, membre de l'Institut et du bureau des longitudes, certifie avoir comparé la Toise en fer construite par Fortin et destinée à Monsieur Struve, a la Toise de Pérou qui est conservée dans les archives de l'observatoire Royal. Les deux toises m'ont paru parfaitement égales: le comparateur dont je me suis servi m'auroit fait connaitre une différence de la deuxcentième partie d'un millimètre.

Paris, le 14. Novembre 1821.

Arago.

Der zweihundertste Theil eines Millimeters ist nahezu $\frac{1}{400000}$ der Länge der Toise. Es kann also durch das Normalmaass selbst eine Unsicherheit von $\frac{1}{400000}$ in die Distanz der Parallelen von Jacobstadt und Hochland erzeugt werden, welche aber nur 0,51 Toisen oder 3 Fuss 1 Zoll beträgt und kaum $\frac{1}{30}$ der Secunde in der Polhöhe entspricht. Die Uebertragung des Normalmaasses auf die Messstangen geschieht mit einem Maassvergleicher der $\frac{1}{2000}$ Linie angiebt, und also vier Mal so genau ist als der des Bureau des longitudes. Sie lässt also keine Unsicherheit nach, die in Betracht kommen kann. Ueber die Genauigkeit der Messung selbst lässt die Vollkommenheit und Bequemlichkeit unseres Apparats, zum Theil aus der Anwendung des Fühlhebels hervorgehend, keinen Zweifel übrig. Die bleibende Berechnung der Länge unserer Basis kann indess erst geschehen, wenn wir eine Reihe von Versuchen über die Ausdehnung jeder der Messstangen durch die Temperatur gemacht haben werden. Diese Versuche werden auf dem erwähnten Maassvergleicher angestellt. Die Sicherheit der durch die Thermometer erkannten Temperaturen der Messstangen während der Messung hängt von der Art der Verbindung der Thermometer mit den Stangen und von ihrer eignen Richtigkeit ab. Die Kugeln der Thermometer, deren jede Stange zwei trägt, sind ganz in die Stangen versenkt. Stange und Thermometer sind dann zusammen innerhalb des hölzernen Kastens mit einem schlechten Wärmeleiter umgeben, so dass nur der obere Theil der Scale frei ist, und durch Glas beobachtet werden kann. Die Thermometer selbst sind von der Hand des Herrn Professor Böcker in Abo. Zu jedem ist eine

Correctionstabelle geliefert, nach Bessells Methode der Thermometerprüfung angefertigt. Diese Tabellen sind von meinem Freunde Herrn Dr. Argelander, Director der Sternwarte in Abo, untersucht und richtig befunden. Einer zweiten Prüfung unterwarf ich sie, indem ich sie bei verschiedenen Temperaturen mit dem Normalthermometer der Sternwarte verglich, dessen Correctionen ich nach derselben Methode bestimmt hatte. Diese Vergleichung gab eine bewunderungswürdige Uebereinstimmung der Aboer Thermometer mit dem hiesigen. Unsere Basis ist aber nur ein Mal gemessen, und demnach wäre es denkbar, dass ein Versehen in der Messung obwalte. Um sie in dieser Hinsicht prüfen zu können, hatte ich die Basis abgetheilt und den zweiten Theil aus dem ersten durch eine trigonometrische Verbindung abgeleitet. Die Fig. II. zeigt die beiden Dreiecke, welche die Theile der Basis verbinden. Nach der vorläufigen Reduction der Längen der Theile, erhält man den zweiten aus dem ersten berechnet bis auf $\frac{1}{120000}$ der Länge mit der Messung übereinstimmend, ohnerachtet die Winkel, die den Theilen gegenüberstehen, nur 16 und 19 Grad gross sind. Die Verbindung der Basis mit der ersten Hauptdreiecksseite Ebbafer bis Tammik übersieht sich aus der Figur; sie geschieht durch 3 Dreiecke, in welchen die Seiten immer grösser werden. In diesen Dreiecken waren die Summen der Fehler der Winkel — 0″,92; + 1″,27 und — 0″,46.

Genauigkeit der Winkelmessung in den Dreiecken.

In allen Dreiecken unserer Messung sind die drei Winkel gemessen. Die Summe der drei Winkel jedes Dreiecks muss nach Abzug des sphärischen Excesses 180° 0′ 0″ seyn. Der Unterschied ist die Fehlersumme der drei Winkel und giebt daher einen Maassstab für die Genauigkeit der Messung ab. Untersucht man z. B. in dieser Rücksicht die Dreiecke der Französischen Gradmessung nach der Base du système métrique, so findet sich der mittlere Fehler der Summe der 3 Winkel 1″,50. In den 32 Dreiecken, die mit dem Universalinstrument zwischen Kreuzburg und Hochland gemessen sind, beträgt dieser Fehler 13 Mal weniger als 0″,5, liegt 7 Mal zwischen 0″,5 und 1″,0; 10 Mal zwischen 1″ und 1″,5, und ist ein Mal 1″,7; ein Mal 2″,5. Der mittlere Fehler beträgt 0″,77 und ist also halb so gross, als der in der Französischen Gradmessung. Es verdient gewiss Beachtung, dass diese Genauigkeit erreicht wurde, ohne die

Methode der Repetition anzuwenden, bei einem Instrumente, dessen Theilung nur 6 Zoll Radius hat, auf welchem also die Secunde nur $\frac{1}{3000}$ der Linie einnimmt.

Genauigkeit der Bestimmung der Richtung des Meridians durch Azimutalbeobachtungen.

Die Richtung des Meridians ist sowohl in Hochland und Jacobstadt als in Dorpat bestimmt worden. Die Vergleichung dieser an entlegenen Oertern erhaltenen Resultate hat noch nicht gemacht werden können. Nur jedes Ortes Azimut für sich konnte geprüft werden. Alle Beobachtungen wurden durch den Polarstern erhalten, unter Anwendung derselben Methode, die bei den terrestrischen Winkeln gebraucht war. Die Inclination der Achse ward bei jeder Beobachtung des Polarsterns durch Ablesung der Wasserwage, die während der Beobachtung stehen blieb, in beiden Lagen derselben bestimmt, auch der aus der Beobachtung des terrestrischen Objects nach Umwendung des Instruments erkannte Collimationsfehler in Rechnung gebracht, überdies durch die Umwendung selbst jedes Mal die constanten Fehlerquellen unschädlich gemacht. Jedes Azimut beruhte auf 6 Bogen, die um 15° von einander abliegen, auf 6 Sätzen. An einem Tage wurden gewöhnlich ein oder zwei Sätze beobachtet. Als Beispiel gebe ich hier die Resultate für das Azimut von Kersel Signal von Dorpat aus beobachtet.

	1824.	Azimut von Kersel:
Satz 1	5. Juni.	22° 22′ 7″, 2.
2	7. ——	7, 2.
3	13. ——	6, 2.
4	14. ——	8, 7.
5	14. ——	4, 5.
6	16. ——	7, 0.
	Mittel	22° 22′ 6″, 9.

Die Beobachtungen waren im westlichen Saale der Sternwarte angestellt. Reducirt man das Azimut auf die Mitte der Kuppel der Sternwarte, welche der Dreieckspunkt ist, so ergiebt sich das Azimut 22° 23′ 22″,7. Dieses ward noch auf eine zweite Weise erhalten, durch Messung des Winkels zwischen dem Signal auf Kersel und dem Meridianzeichen des Rei-

chenbachschen Kreises. Nach allen Reductionen ergab sich hieraus das Azimut 22° 23′ 22″,5, mit obigem auf $\frac{1}{3}$ Secunde übereinstimmend. Eine dritte Bestimmung dieses Azimuts war im Jahre 1827 unternommen, ist aber noch nicht berechnet worden.

Genauigkeit der Polhöhen und der zwischenliegenden Bogen des Erdmeridians.

Vier Instrumente vom ersten Range wurden angewandt, um das schwierigste Element einer Gradmessung mit Sicherheit auszumitteln, nemlich das achtfüssige Passageninstrument von Dollond, als Zenithsector nach Bessels Vorschlag gebraucht, dann zwei Verticalkreise aus den Händen der grossen Künstler in München, von Reichenbach und Ertel, endlich indirect der Reichenbachsche Meridiankreis der Dorpater Sternwarte. Die beiden Verticalkreise waren von wesentlich verschiedenem Baue. An dem der Dorpater Sternwarte gehörigen ist die Hemmung des eingetheilten Kreises an der Peripherie und die Wasserwage am Centrum befestigt. An dem der Mitauer Sternwarte gehörigen war nach meinem Vorschlage vom Künstler die Hemmung ans Centrum, die Wasserwage an die Peripherie versetzt worden. An beiden Verticalkreisen wurden die Zenithdistanzen ohne Repetition beobachtet, und im Ganzen dieselben Grundsätze angewandt, die beim Gebrauche des Universalinstruments befolgt waren. Ueberdies wurden für beide Kreise zu Anfang und Ende ihres Gebrauchs Versuche über die Biegung der Fernröhre durch die Schweere angestellt, und so die Beharrlichkeit dieser Instrumente einer Prüfung unterworfen. Das Passageninstrument ward auf eine gedoppelte Weise benutzt. Erstlich beobachtete ich an jedem der zu bestimmenden Hauptpunkte die Scheitelabstände der 3 hellen Sterne im Schwanze des grossen Bären. Zweitens wählte ich an jedem Orte mehrere kleine Sterne aus, die ganz nahe beim Scheitel südlich vorbeigehen, und bestimmte ihre Abstände vom Scheitel mit dem Passageninstrument, um diese mit den Abständen derselben Sterne unter sich in Declination, an dem Meridiankreise auf der Sternwarte selbst beobachtet, zu vergleichen, und so die Bogen und auch die Polhöhen indirect an allen drei Punkten auf dem Meridiankreise begründen zu können. Auf diese Weise erhalten wir mehrfache von einander gänzlich unabhängige Bestimmungen des wichtigsten Elements.

Die Rechnungen sind mit Ausnahme der Beobachtungen der kleinen Sterne für alle 6 Punkte schon gemacht, und ich gebe hier eine Uebersicht der erhaltenen Resultate.

Polhöhe von Dorpat, Meridiankreis, = D.

Aus den Beobachtungen von α und β im kleinen Bären in beiden Culminationen am Dorpater Verticalkreise . . . . . = 58° 22′ 47″,52.
Aus denselben Sternen am Mitauer Verticalkreis beobachtet . . . . . = 58. 22. 47, 34.
Aus η und γ im grossen Bären am Passageninstrument mit Bessels Declinationen . . . . . = 58. 22. 47, 43.
Der Meridiankreis von Reichenbach giebt nach allen Correctionen dieselbe . . . . . = 58. 22. 47, 22.

Polhöhe von Jacobstadt, Endpunkt der Gradmessung, = J.

Aus α und β im kleinen Bären am Dorpater Verticalkreise . . . . . = 56° 30′ 4″,99.
Aus denselben am Mitauer Verticalkreise . . = 56. 30. 5, 02.
Aus η und γ im grossen Bären am Passageninstrument . . . . . = 56. 30. 4, 74.

Polhöhe von Hochland, Zelt des Passageninstruments, = H.

Aus α und β im kleinen Bären am Dorpater Verticalkreise. . . . . = 60° 5′ 10″,36.
Aus denselben am Mitauer Verticalkreise . . = 60. 5. 9, 77.
Aus η und γ im grossen Bären am Passageninstrument . . . . . = 60. 5. 10, 03.

Der Abstand der drei Punkte in Bogentheilen, die Amplitudo, beruht auf einer grössern Zahl von Beobachtungen, indem an den Verticalkreisen noch Beobachtungen von Arcturus nnd Gemma südlich vom Zenith, so wie eine Reihe von Beobachtungen des Polarsterns in einem bestimmten Punkte seines Parallelkreises hinzugekommen, zu den beiden Sternen η und γ im grossen Bären, am Passageninstrument beobachtet, aber noch ζ hinzutritt. Die Endresultate sind folgende:

Amplituden:

Aus den Beobachtungen	H — J =	H — D =	D — J =
am Dorpater Kreis . . .	3° 35′ 5″,32.	1° 42′ 23″,01.	1° 52′ 42″,31.
am Mitauer Kreis	3 35 4, 56.	1 42 22, 24.	1 52 42, 32.
Mittel . .	3 35 4, 94.	1 42 22, 62.	1 52 42, 32.
am Passageninstrument	3 35 5, 29.	1 42 22, 60.	1 52 42, 69.
Resultat .	3 35 5, 11.	1 42 22, 61.	1 52 42, 51.

Diese Resultate scheinen mir bis auf ein oder zwei Zehntheile der Secunde sicher zu seyn, und ich hoffe sie durch die Beobachtungen der kleinen Scheitelsterne am Passageninstrument und dem Meridiankreise noch ferner zu bestätigen.

Auf eine glänzende Weise hat sich Bessel's Methode des Gebrauchs des Passageninstruments bei diesen Arbeiten bewährt, deren Resultate hier speciell ausgehoben zu werden verdienen. Für den Stern ζ bedurfte es hiebei einer genauern Declination, als die von mir für 1826 nach Piazzi zum Grunde gelegte = 55° 50′ 12″,62. Unter Annahme der Richtigkeit der Declinationen von η und γ nach Bessel erhielt ich für die vorausgesetzte Declination von ζ folgende Verbesserungen:

Aus den Beobachtungen in Jacobstadt	— 2″,01.
in Hochland..	— 2, 00.
in Dorpat....	— 1, 94.
Mittel	— 1, 98.

Nach Anbringung dieser Correction ergaben sich mir folgende

Polhöhen:

Aus	J =	D =	H =
η	56° 30′ 4″,85	58° 22′ 47″,51	60° 5′ 10″,25
γ	4, 62	47, 35	9, 84
ζ	4, 76	47, 44	10, 01
Mittel	56 30 4, 74	58 22 47, 43	60 5 10, 03

Hieraus erhält man die

Amplituden:

Aus	H — J =	H — D =	D — J =
η	3° 35′ 5″,40	1° 42′ 22″,74	1° 52′ 42″,66
γ	5, 22	22, 49	42, 73
ζ	5, 25	22, 57	42, 68
Mittel	3 35 5, 29	1 42 22, 60	1 52 42, 69

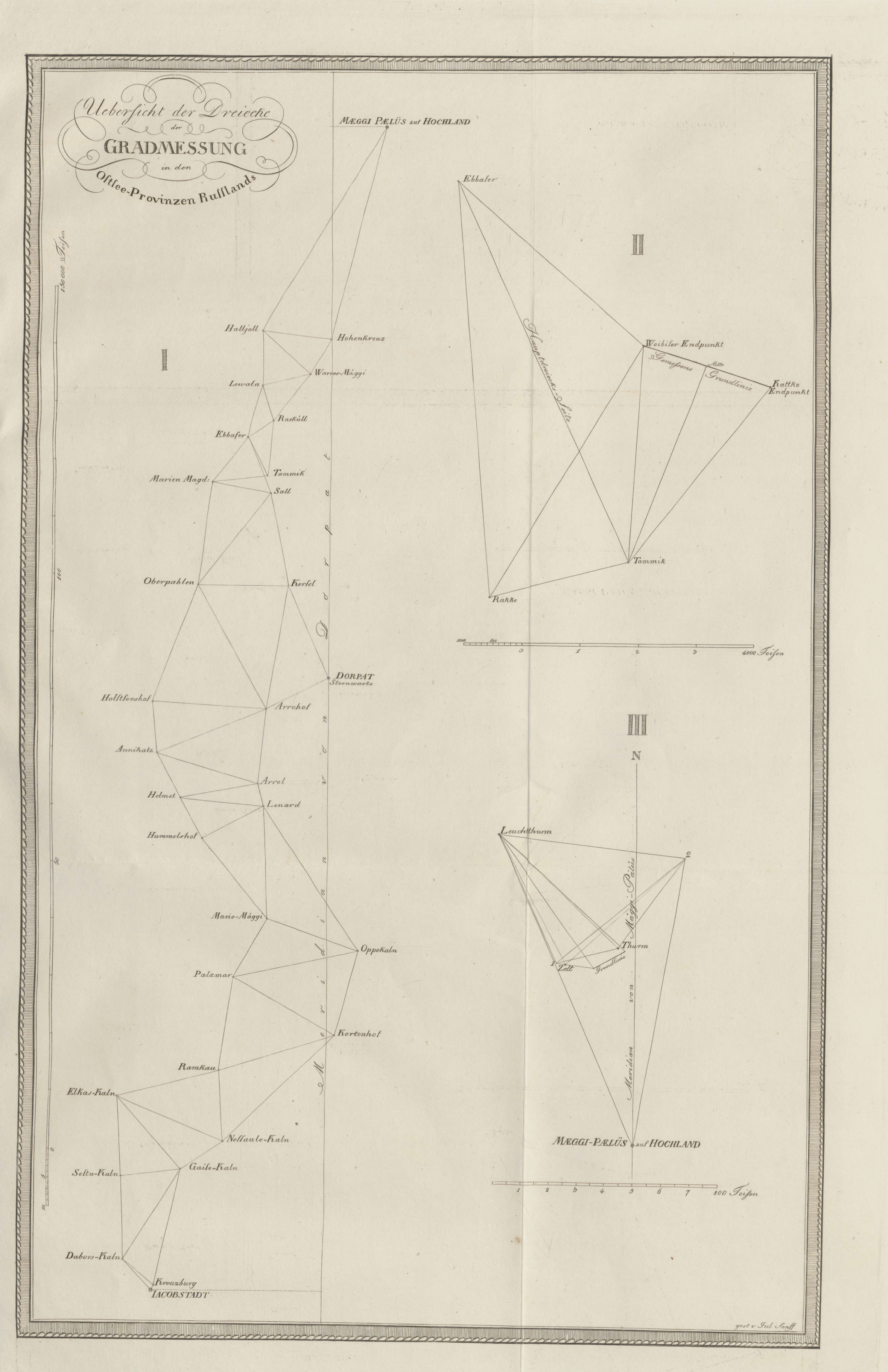
Die stärkste Differenz einer einzelnen Amplitudo vom Mittel ist hier 0″,14. Wenn diese Uebereinstimmung der Resultate nichts zu wünschen übrig lässt, so muss dabei beachtet werden, dass ein Fernrohr von ausgezeichneter Kraft angewandt wurde, dass dessen horizontale Achse eine Länge von 4 Fuss hat, dass ferner für eine sehr sichere Aufstellung gesorgt war, indem die Lager an Granitblöcke geschraubt wurden, welche auf Pfeilern von Mauerwerk ruhten, dass durch die Anbringung einer Wasserwage von Fraunhofer, auf welcher ein Theil = 0″,6 war, die Bestimmung der Neigungen der Achse bis auf kleine Theile der Secunde möglich war, dass endlich die Neigung der Achse in der Regel bei jedem Durchgang eines Sterns beobachtet wurde.

Für sich betrachtet, wird diese Gradmessung die Krümmung des Erdmeridians in der Gegend der Dorpater Sternwarte angeben, da diese auf der Mitte derselben gelegen ist, ein Element, welches bis jetzt durch directe Messung nur für zwei Sternwarten, die Pariser und Greenwicher bekannt ist. Sie wird ferner über die Regelmässigkeit der Krümmung in dieser Gegend Auskunft geben, da dieselbe sowohl südlich von

Dorpat, zwischen Jacobstadt und Dorpat, als nördlich zwischen Dorpat und Hochland bestimmt ist. Nach gänzlicher Vollendung der Berechnung können diese Resultate erst gezogen, so wie ihre Combination mit den andern, theils vollendeten, theils noch in Arbeit stehenden Gradmessungen für die Bestimmung der Abplattung der Erde ausgeführt werden. Wichtig wird diese Combination, wegen der nördlichen Lage und der bedeutenden Ausdehnung unserer Gradmessung, um so mehr, da die unter sich widersprechenden Ergebnisse der beiden Lappländischen Gradmessungen diese vom Gebrauche ausschliessen. Der Werth der Russischen Gradmessung würde aber noch sehr gesteigert werden, wenn mit der Zeit eine Fortsetzung derselben nach Norden, so weit als möglich nach Finnland hinein, unternommen würde, wodurch der Parallel des 60. Breitengrades in die Mitte des Bogens käme, oder wohl gar der Polarzirkel erreicht würde. Die Möglichkeit einer solchen Fortsetzung unterliegt keinem Zweifel, die wissenschaftlichen Hülfsmittel sind vorhanden. Unter Nicolai's segensreichen Auspicien lässt sich die Erfüllung jeder Hoffnung für die Wissenschaft mit Zuversicht erwarten.

Geschrieben auf der Sternwarte in Dorpat, den $\frac{23}{11}$. Nov. 1827.

W. Struve.


Ueberficht der Dreiecke
der
GRADMESSUNG
in den
Oftlee-Provinzen Rufflands
MÆGGI PÆLÜS auf HOCHLAND
Ebbafer
Hauptdreiecks-Seite
Woibifer Endpunkt
Gemeßene
Mitte
Grundlinie
Kattko Endpunkt
Tammik
Rakke
Halljall
Hohenkreuz
Warrer-Mäggi
Lewala
Raekülll
Ebbafer
Tammik
Marien Magd:
Sall
Oberpahlen
Kerkel
DORPAT
Sternwarte
Hollftershof
Arrohof
Annikatz
Arrol
Helmet
Lenard
Hummelshof
Mario-Mäggi
Oppekaln
Palzmar
Kortenhof
Ramkau
Elkas-Kaln
Nellaule-Kaln
Seltu-Kaln
Gaile-Kaln
Dabors-Kaln
Kreuzburg
IACOBSTADT
Dorpat von Mäggi-Pälüs Meridian
N
Leuchtthurm
2
Thurm
1
Zelt
Grundlinie
MÆGGI-PÆLÜS auf HOCHLAND
800 Toifen
4000 Toifen
150000 Toifen
gest v Jul Senff