

Barometer- und Thermometer-Beobachtungen angestellt sind, und die Barometer ausserdem noch täglich unter einander verglichen wurden.

Jetzt wollen wir unsere eigentlichen Beobachtungsmethoden etwas umständlicher auseinandersetzen.

1) Messung der Grundlinien.

Die Methode der Basismessung war die, welche der Herr Akademiker v. Struve vorgeschlagen hat. Sie ist zuerst in seinem Werke: Gradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands, Bd. II, pag. 7 beschrieben, und oft von ihm angewandt worden. Nach dieser Methode sind wir folgendermassen verfahren. Wenn die Endpunkte der Basis aufgestellt, und durch zwei, zum Theil in die Erde eingegrabene Böcke bezeichnet waren, wurden in der Nähe derselben und in der Verlängerung der Basis zwei starke Stäbe tief in die Erde schräge eingeschlagen. Dann wurden genau in der Richtung der Grundlinie von 30 zu 30 Schritt andere Stäbe eingesetzt. Eine an den ersten Stab befestigte getheerte Schnur von hinreichender Stärke wurde nun über den ersten Basisbock weg angespannt, und an jedem der mittleren Stäbe durch ein paar Umwindungen befestigt, bis zum andern Ende der Basis. Man sorgte immer durch Visirung mit einem kleinen Zugferrohr dafür, dass die Umwindungen der Schnur auf jedem der Stäbe in der Linie sich befanden, die die Oberflächen der beiden Basisböcke verbindet. Wenn auf diese Weise die Schnur ausgespannt war, geschah die eigentliche Messung der Länge der Grundlinie längs der Schnur mit einer hölzernen Messstange von 14 Engl. Fuss, die wir oben beschrieben haben. Wenn nämlich der Anfangspunct der Messstange mit dem Anfangspunct der Grundlinie, oder der Mitte des Lochs auf dem Basisbocke in Coincidenz gebracht war, wurde der Endpunct der Stange durch einen feinen, mit einem Federmesser gezogenen Strich auf die Schnur übertragen; der Finger in der Nähe dieses Striches gehalten, um ihn nicht zu verlieren; dann wieder der Anfangspunct der Messstange mit jenem feinen Strich in Coincidenz gebracht, und das Ende derselben durch einen neuen Strich auf der Schnur bezeichnet — und so fort bis zum andern Ende der Grundlinie. Das zuletzt übrig bleibende Stück wurde mit einem guten Zollstocke bestimmt. Nach Beendigung der Messung, zu welcher, ausser einem Gehülfen, der die Stange trägt, zwei Personen erforderlich sind, wurden die Senkungen der Schnur in der Mitte der Distanz zwischen je zwei Stäben am Zollstocke durch Einvisirung bemerkt, um ihren geringen Einfluss später in Rechnung zu tragen. Die Neigung der Grundlinie wurde jedesmal bestimmt durch die Beobachtung der Zenithdistanz des einen Basis-Endes vom andern aus. Endlich müssen wir noch bemerken, dass wir die Länge unserer Messstange vor der Operation und zu wiederholten Malen während derselben durch Vergleichung mit einem eisernen Normal-Maasse von $3\frac{1}{2}$ Engl. Fuss untersuchten; die Vergleichung geschah mittelst eines Stangenzirkels, und auf die Temperatur wurde gehörig Rücksicht genommen. — Aus wiederholten Messungen haben wir die Gewissheit gewonnen, dass die nach dieser Methode bestimmten Grundlinien von 1400 Fuss bis auf einen kleinen Bruch des Zolls genau sind. Häufig geschah die Messung, die, wenn die Stäbe abgesteckt und die Schnur ausgespannt ist, nur etwa $\frac{1}{4}$ Stunde Zeit nimmt, zweimal; jedesmal wurde sie noch ausserdem durch Nachmessen mit der Messkette controlirt, um sicher zu sein, sich in der Zahl der Stangenlängen nicht verzählt zu haben.

Gewiss wird jeder die grossen Vorzüge dieser Methode einsehen, wenn man bedenkt, dass wir nicht weniger als 123 Grundlinien messen mussten und nicht allzuviel Zeit dazu zu verwenden hatten. Hätten wir grosse Dreiecke, wie bei einer gewöhnlichen Triangulation bilden, und mit genauen Apparaten eine lange Grundlinie messen wollen, so wäre dieses mit unserem Hauptzwecke, dem Nivellement unvereinbar gewesen. Wie viel Zeit, Mühe und Unkosten wären nicht erforderlich gewesen zur Recognoscirung und Errichtung von Signalen in so grosser Ausdehnung! Unsere kleinen Grundlinien aber mit genaueren Basisapparaten etwa bis

auf 0,1 Linien genau zu messen, wäre ganz zwecklos gewesen, da die gegenüber liegenden spitzen Winkel etwa bis auf 1" genau sind, und auf die Richtigkeit der Distanzen mehr Einfluss haben als 0,5 Zoll Fehler in der Grundlinie.

2) Messung der Horizontalwinkel.

Alle unsere Dreiecke sind spitz; die an der Basis liegenden Winkel sind nicht viel von 90° verschieden, der gegenüberliegende Winkel ist gewöhnlich ungefähr 7° . Die Genauigkeit der Bestimmung der Länge der Seiten hängt also vorzüglich von der Genauigkeit dieser spitzen Winkel ab. Daher wurden sie auch sehr sorgfältig mit dem grossen Universal-Instrumente gemessen, und auf die Centrirung des Instruments in Bezug auf die Signale die gehörige Sorgfalt verwandt, so dass die Reductionen der beobachteten Winkel auf das Centrum der Signale bis auf $0'',1$ genau sind. — Obgleich die Zeit, die für die Messung der uns viel wichtigeren Zenithdistanzen verwandt werden musste, in der Regel nicht erlaubte, diese Winkel in mehr als einem Satze, aber in beiden Lagen des Instruments zu beobachten, so haben wir doch theils durch Vergleichung der Winkel an den Punkten, wo mehr als ein Satz genommen wurde, theils durch die Uebereinstimmung der Summe der Winkel in den Dreiecken, die Ueberzeugung gewonnen, dass der wahrscheinliche Fehler der Winkel am grossen Universal-Instrument in einem Satze, noch nicht die Secunde erreicht. Dieses stimmt auch mit des Herrn Akademikers Struve Untersuchung überein; vergl. seine Gradmessung Th. I, pag. 138, wo er an einem Instrumente von ähnlicher Construction und Grösse diesen wahrscheinlichen Fehler $= 0''94$ findet.

Die Winkel an den Endpunkten der Basis waren eigentlich nur auf die Minute nöthig. Dennoch wurden sie mit dem kleinen Universal-Instrumente auf etwa $6''$ genau gemessen. Nachdem der kreuzförmige Träger der Basismarken herausgezogen war, wurde das Centrum des kleinen Instruments genau über die Mitte der cylindrischen Oeffnung auf dem Basis-Bocke selbst aufgestellt. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass man auch mit dem kleinen Universal-Instrumente die Winkel bis auf $2''$ genau messen kann, aber beim Herausziehen und Hineinstecken der Träger der Basismarken, welche durch Friction in den erwähnten Oeffnungen sassen, konnten die Basisböcke eine kleine Verrückung erleiden, die für die grösseren Entfernungen wohl unmerklich, in der kleinen Distanz der Basislänge doch einige Secunden im Winkel betragen kann. Dass dieses der Fall war, sieht man auch daraus, dass in der Regel die Winkel in den langen Dreiecken $P^n A^n P^{n+1}$ (siehe die vorige Fig.) zwischen entfernteren Objecten genauer stimmen als die Winkel in den Dreiecken $P^n A^n B^n$ an den Basis-Endpunkten. Ausserdem wurden die Basis-Winkel gewöhnlich während der Zeit der unruhigsten Bilder beobachtet, wo die Signale manchmal so zerflossen erschienen, dass das Erkennen schon schwierig war. Es konnte aber keine andere Zeit dazu gewählt werden, weil während der ruhigeren Bilder die Zenithdistanzen, und die viel wichtigeren spitzen Winkel an den Hauptsignalen gemessen wurden. — Jedenfalls aber haben die Winkel an der Basis eine überflüssige Genauigkeit.

Unsere Winkelmesser waren vor dem Anfange der Beobachtung immer rectificirt, so dass die verticale Umdrehungsachse und die Horizontalachse des Fernrohrs, dessen Collimationsfehler immer fast 0 war, mittelst des Niveaus, das auf der Achse sitzt, und der Fusschrauben, ihre richtige Lage hatten. Der äussere oder Limbuskreis war festgeklemmt; weil aber die Drehung des Alhidadenkreises, die Bewegung des Beobachters etc. den Stand des erstern Kreises verändern konnten, so wurde die grösste Aufmerksamkeit auf das mit demselben verbundene Versicherungs-Fernrohr gerichtet. Dieses war auf einen gut sichtbaren Gegenstand eingestellt, und wurde, wenn sich eine Verstellung in demselben zu erkennen gab, mit dem Limbuskreise zusammen immer wieder auf das Object zurückgeführt, und die Ablesung nicht eher gemacht, als bis die Fäden in beiden Fern-