

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  $90^\circ$  verschieden, der gegenüberliegende Winkel ist gewöhnlich ungefähr  $7^\circ$ . 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-

röhren die Signalmarken genau bissecirten. Wir haben immer die Regel befolgt, nach allen zu beobachtenden Objecten der Reihe nach einzustellen, alle Verniere abzulesen, und dann dieselben Messungen bei der andern um  $180^\circ$  verschiedenen Lage der Alhidade zu wiederholen. Alle Horizontalwinkel wurden demnach in der Regel in einem Satze aber in beiden Lagen des Instruments beobachtet.

### 3) Messung der Zenithdistanzen.

Die Aufstellungsart der Instrumente war dieselbe, wie bei den Horizontalwinkelmessungen. Die Stative derselben wurden immer in eine bestimmte Entfernung von etwa  $2\frac{1}{2}$  Fuss von den Signalen, bei welchen beobachtet wurde ( $P^n \beta^n$ ), und in senkrechter Richtung zur Operationslinie gestellt. Somit können ohne merklichen Fehler für die Berechnung der Zenithdistanzen die Entfernungen der Signale selbst zum Grunde gelegt werden. Den Punct, wo die Instrumente standen, haben wir in unseren Tagebüchern mit  $p^n, b^n$  etc. bezeichnet. Die angewandten Instrumente waren in  $b^n$  und  $b^{n+1}$  die beiden 8zölligen Theodoliten von Ertel, deren 4 Verniere  $10''$  angaben, mit einem 28 mal vergrößernden Fernrohr; und in  $p^n$  das grosse Universal-Instrument, dessen 10zölliger Verticalkreis mittelst 4 Verniere unmittelbar  $4''$  angab, mit einem Fernrohre von 60maliger Vergrößerung. Diese Instrumente sind viel zu bekannt, besonders durch die Beschreibung, welche der Herr Akademiker v. Struve in seiner Gradmessung, Bd. I, von denselben gegeben hat, als dass wir nöthig hätten ihre Bauart auseinanderzusetzen. Wir bemerken hier nur Folgendes: Die Fadennetze der Fernrohre hatten ausser zwei sehr nahen horizontalen Spinnfäden, die bei den astronomischen Nachtbeobachtungen gebraucht wurden, noch sowohl einen horizontalen als verticalen, besonders feinen Spinnfaden, welche bei Tagbeobachtungen irdischer Gegenstände einen grossen Vorzug haben, weil Objecte von kleinem scheinbarem Durchmesser, zumal wenn sie schwach beleuchtet sind, in der Nähe von dickeren Fäden häufig fast unkenntlich werden. Dagegen kann man diese feinen Fäden bei Nacht nicht gehörig erleuchten, und muss dann zu den stärkeren seine Zuflucht nehmen.

An den Verticalkreisen unserer Instrumente waren sehr empfindliche, mit Schwefeläther gefüllte Libellen angeklemt. Jede Verstellung des Kreises wurde also durch die Libelle angezeigt, welche deshalb auch bei jeder Einstellung abgelesen wurde. Um diese Ablesung in Rechnung tragen zu können, ist der Werth der Theilung an den Libellen in Secunden ausgedrückt, genau zu wissen nöthig. Wir haben zu dem Behufe viele und oft wiederholte Bestimmungen dieses Werthes gemacht. Dies geschah auf bekannte Weise mittelst der Fusschrauben der Instrumente, deren Köpfe eingetheilt waren. Der Werth eines Umganges der Fusschraube wurde durch die Theilung am Kreise selbst bestimmt. Auf diese Art fanden wir den Werth eines Theiles an unseren Libellen:

für den Theodolit No. 1 . . . .	=	2,405	(13 Bestimmungen),
für das grosse Univ. - Instrum. .	=	2,540	(8 „
für den Theodolit No. 2 . . . .	=	3,230	(5 „

Das grosse Universal-Instrument hatte vor den Theodoliten darin einen besondern Vorzug, dass die Hémung des Fernrohres im Centrum angebracht war, wodurch eine mögliche Biegung der Speichen des Kreises nicht Statt finden kann. Um aber auch bei den Theodoliten, wo die Hémung an der Peripherie des verticalen Kreises angebracht ist, diese Biegung zu eliminiren, wurden nach allen Objecten immer doppelte Einstellungen gemacht, wobei die Mikrometerschraube in entgegengesetzten Richtungen gedreht wurde. Also wird die Zenithdistanz aus 4 Einstellungen, 2 bei dem Kreise links und 2 bei dem Kreise rechts, geschlossen.

Die Beobachtung der Zenithdistanzen suchten wir in der allergünstigsten Zeit zu machen. Leider war nur