Sechster Abschnitt.

Die Detailtriangulirung.

§. 69.

Die Dreieckspunkte dritten Ranges, die Beobachtung der Winkel und die Signale.

Auf das System der Dreiecke ersten und zweiten Rangs, deren Seiten 4 bis 25 Stunden Länge haben, gründete sich die Bestimmung der Dreieckspunkte dritten Ranges, und als Ausfüllung der erstern gaben dieselben, nach der ebenen Trigonometrie berechnet, die unmittelbare Grundlage für die Detailvermessung.

Für die Detailtriangulirung waren vier Trigonometer angestellt, welche mit achtzölligen Repetitions-Theodolithen von Reichenbach in München arbeiteten. Diese Instrumente gaben bei lauter Horizontal-Winkel-Beobachtungen unmittelbar zehn Secunden an.

Eine Beschreibung dieser Instrumente nach ihren einzelnen Theilen hier zu geben, wird unterlassen, weil jeder dem die Behandlung solcher Instrumente anvertraut wird, alle ihre Bestandtheile kennen muss, damit, wenn während der Beobachtungen etwas mangelt, der Beobachter sogleich wisse, wo der Fehler gefunden und derselbe vielleicht von ihm selbst verbessert werden kann; z. B. wenn Schrauben sich lockern, oder das Fadenkreuz bricht, welche beide Fälle öfters vorkommen.

Die Multiplicationstheodolithe haben jetzt eine ausgezeichnete Construction, und die Eintheilung auf dem Limbus macht es möglich, die Genauigkeit der Winkelbeobachtungen bis auf die stehende Secunde zu bringen; folglich, wenn bei Winkelbeobachtung die Beschaffenheit der Atmosphäre und die Beleuchtung günstig, es bloss an dem guten Auge und der Geschicklichkeit des Beobachters liegt, genaue Resultate zu erzielen.

Ein Haupterforderniss ist, dass dem Dreifuss, auf welchem das Instrument ruht, eine feste und unveränderliche Stellung gegeben werde, entweder auf festem Terrain selbst, oder wo dieses nicht seyn kann, auf Pflöcken, welche dem lockern Boden gleich eingeschlagen, und in deren Häupten dann die stählernen Spitzen des Dreifusses fest eingesetzt werden.

Jedes Theodolith hat zwei bewegliche Fernröhren, das obere ruht auf der Alhidade und bewegt sich im Mittelpunkte des Horizontalkreises; das andere, das sogenannte Versicherungsfernrohr, ist unter dem Horizontalkreis seitwärts angebracht, und dessen Richtung auf einen Fixpunkt dient zur Versicherung der festen Stellung des Instrumentes.

Sind bei der Winkelmessung keine Horizontalwinkel, sondern sogenannte Positionswinkel, wo die Ebene des Kreises in die Ebene der beiden pointirten Signale gebracht ist, gemessen worden, so erhält man die Reduction eines solchen Winkels auf den Horizont,

wenn a den Positionswinkel,

a′ den Horizontalwinkel,

d und δ die Zenithdistanzen der zwei pointirten Punkte bezeichnen, durch die streng geometrische Formel aus der sphärischen Trigonometrie, in welcher $\frac{a + d + \delta}{2} = S$ gesezt wird:

$$\text{Log. sin}\, \tfrac{1}{2} a' = \tfrac{1}{2} \left[\text{Log. sin}\,(S\text{-}d) + \text{Log. sin}\,(S\text{-}\delta) + \text{C. Log. sin}\, d + \text{C. Log. sin}\, \delta\right]$$

Beispiel. $a = 54^0\ 20'\ 30''$

$d = 90\ \ 25\ \ 10 \qquad S-d = 26^0\ 20'\ 20''$

$\delta = 88\ \ 45\ \ 20 \qquad S-\delta = 28\ \ 0\ \ 10$

$a + d + \delta = 233\ \ 31\ \ 00$

$\frac{a + d + \delta}{2} = 116\ \ 45\ \ 30 = S.$

Log. sin (S—d) = 9,6470694

Log. sin (S—δ) = 9,6716489

Compl. Log. sin d = 0,0000116

Compl. Log. sin δ = 0,0001024

19,3188323 halbirt

gibt Log. sin $\frac{1}{2}$ a′ = 9,6594161

$\frac{1}{2} a' = 27^0\ 9'\ 35,''34$

$a' = 54\ \ 19\ \ 10,68$

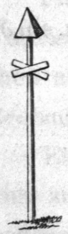
Die bestimmten Punkte umfassen zunächst alle Kirch- und andere Thürme, und bei der Wahl der übrigen Punkte haben sich die Trigonometer von der Nothwendigkeit leiten lassen, immer solche Stellen aufzusuchen, welche dem Geometer gestatteten, dieselben von mehreren Seiten her sehen und benützen zu können.

Da jedoch der grösste Theil dieser Punkte auch für die Folgezeit durch zweckmässige Versteinung erhalten werden sollte, um jedes künftige geometrische Unternehmen darauf gründen und die Formveränderung der Parzellen leicht nachtragen zu können, so hatte der Trigonometer noch weitere Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Punkte wo möglich dem Anbau des Feldes nicht hinderlich waren, und der Landmann nicht dadurch gereizt werde sie früher oder später zu vernichten.

Fig. 34.

Die einfachen Signale der Dreieckspunkte dritten Ranges bestanden aus einem Stangenstück von 10—12 Fuss Länge, dessen senkrechter Durchschnitt einen Durchmesser von 2—3 Zoll hatte; oben war ein vierseitiges pyramidenförmiges Bretterdächlein angebracht und das Ganze mit Kalk angestrichen, Fig. 34. Auf solche Punkte, worauf sich die Bestimmung vieler andern gründete, stellte man zur Auszeichnung derselben sogenannte Doppelsignale, sie waren etwas höher als die einfachen, und hatten unterhalb des Dächleins ein Kreuz von Brettchen, Fig. 35.

Fig. 35.



Die erforderlichen Signale hatte der ständige Gehülfe des Trigonometers nach Accordspreisen zu liefern. Die Vertheilung der Punkte geschah in der Art, dass in coupirtem Terrain 2—4, in ebenem hingegen wenigstens 1 oder 2 auf eine Messtischplatte aufgetragen werden konnten, um auf diese die graphische Triangulation (geometrische Punktenbestimmung) mit dem Messtische, und die Detailaufnahme unmittelbar gründen zu können.

Die Data der Winkelmessungen schrieb der Trigonometer an Ort und Stelle in ein gegebenes Manual ein, worin der Standpunkt, die Zeit der Beobachtung, die Winkel in Graden, Minuten und Sekunden, so wie Notizen über Beleuchtung und andere Umstände, worauf bei dem Zusammensetzen der Dreiecke Rücksicht genommen werden musste, angegeben.

Eine Controle für die Winkelmessung ist darin gefunden worden, dass man immer alle Winkel um einen Punkt herum durch Repetition gemessen, und dann gleich an Ort und Stelle die Summe derselben zusammenstellte und mit 360° verglichen hat.

Der Trigonometer fertigte je am Ende des Monats:

a) einen Bericht über den Stand und Fortgang des Geschäfts,

b) ein Verzeichniss über die berechneten Coordinaten,

c) ein Netz im $^1/_{75000}$ th. Massstab, in welchem die bestimmten Punkte nach Messtischblättern angegeben, und

d) ein in tabellarischer Form geführtes Journal über seine Arbeiten unter Beischluss sämmtlicher Kostenzettel.

§. 70.

Die übereinstimmende Berechnung der ebenen Dreiecke.

Die Triangulirung ging vom Grossen ins Kleine, und die Dreiecke zweiten Ranges bildeten die Zwischenglieder bei dem Uebergang von den Dreiecken ersten Rangs auf die Detailtriangulation.

Jede Klasse dieser Dreiecke controlirte die zunächst vorangehende, und die ebene Trigonometrie, welche bei den Dreiecken dritten Ranges in Anwendung kam, hatte hiefür den Satz:

$$a : b : c = \sin A : \sin B : \sin C.$$

wo a, b, c die Dreiecksseiten und A, B und C deren Gegenwinkel bezeichnen. Für die Coordinatenberechnung dieser Dreieckspunkte wurden die Directionswinkel vom Ostpunkt an über Nord, West und Süd berechnet (s. oben §. 16).

Da bei der Bestimmung eines Dreieckspunktes dritten Rangs möglicherweise Distanzen von allen drei Rangklassen der Dreiecke zu Grunde gelegt werden können, und dann auch aus der Berechnung jedes einzelnen Dreiecks die gleichnamigen Distanzen wegen des Uebergangs von den sphärischen Distanzen und Winkeln auf ebene nicht ganz übereinstimmend hervorzugehen pflegen, so wurden für die Bestimmung jedes einzelnen Punktes des dritten Ranges gewöhnlich 2, 3 und mehr Dreiecke angesetzt, und diese so in Uebereinstimmung und alle auf 180^0 gebracht, dass

a) die Directionswinkel für gleichnamige Seiten gleichgestellt,

b) die gleichnamigen Seiten vorläufig berechnet, und

c) hierauf durch nochmalige kleine Correction der auf die gleichnamigen Seiten einwirkenden Winkel der Calcul so geführt, damit aus allen in Berechnung gezogenen Dreiecken die gleichnamigen Seiten auch von gleicher Länge, sowie endlich die Coordinaten aus den andern Seiten und Winkeln berechnet übereinstimmend hervorgingen, wie die zwei folgenden Beispiele von 2 und 3 Dreiecken nachweisen.

Diese Berechnungsmethode nannte man die übereinstimmende Dreiecksberechnung, weil sie die kleinen Differenzen beim Uebergang von der sphärischen Triangulirung im Grossen auf die ebene Triangulirung der kleinen Dreiecke so ausgleicht, dass für die practische Detailaufnahme im ganzen Vermessungssystem eine völlige Uebereinstimmung stattfindet.

Beispiele der übereinstimmenden Dreiecksberechnung.

Dreiecke zu Figur 36.

Beispiel Nro. 1.

Dreieckspunkte.	Winkel. Gemessene	Winkel. Verbesserte	Winkel. Uebereinstimmende	Distanzenberechnung.	
Marlach = M =	75° 29′ 14″	17″	11″,3	Log. GH = 3,620. 2213.	2133
Holzacker = H =	67 40 52	52	57,7	Log. sin M = 9,985. 9182.	5,5. 9151
Grosshänfling = G =	36 49 50	51	51	Log. MG = 3,600. 4845.	4845
	179 59 56	60	60	D. E. Lg. sin H = 0,033. 8186.	8,6. 8137
				Log. sin G = 9,777. 7562.	7562
OMG = 162° 10′ 57″,2	OGM = 342° 10′ 57″,2			Log. MH = 3,412	0544
+M = 75 29 11,3	−G = 36 49 51				
OMH = 237 40 8,5	OGH = 305 21 6,2				
Grosshänfling = G =	41° 23′ 35″	35″,92	35″,92	Log. SH = 3,535.	5804
Holzacker = H =	85 8 36	36	30,3	Log. sin G = 9,820. 3488.	3488
Schlupf = S =	53 27 46	48,08	53,78	Log. GS = 3,713. 6684.	6684
	179 59 57	60	60	D. E. Lg. sin H = 0,001. 5622.	1,8. 5631
				Log. sin S = 9,904. 9728.	15,6. 9819
OGS = 263° 57′ 30″,28	OSG = 83° 57′ 30″,28			Log. GH = 3,620. 2034.	2134
+G = 41 23 35,92	−S = 53 27 53,78				
OGH = 305 21 6,2	OSH = 30 29 36,5				

Coordinatenberechnung.

Log. SH = 3,535. 5804	Log. SH = 3,535. 5804
Log. sin OSH = 9,705. 3849	Log. cos OSH = 9,935. 3495
3,240. 9653	3,470. 9299
+ 1741,67	+ 2957,54
Absc. S = + 322946,87	Ord. S = + 135269,75
Absc. H = + 324688,54	Ord. H = + 138227,29
Log. MH = 3,412. 0544	Log. MH = 3,412. 0544
Log. sin OMH = 9,926. 8428	Log. cos OMH = 9,728. 1989
3,338. 8972	3,140. 2533
− 2182,21	1381,19
Absc. M = + 326870,74	Ord. M = + 139608,45
Absc. H = + 324688,53	Ord. H = + 138227,26

Beispiel Nro. 2.

Dreiecke zu Figur 37.

Dreieckspunkte.	Gemessene Winkel.	Verbesserte Winkel.	Uebereinstimmende Winkel.	Distanzenberechnung.
Galgenberg = G =	43° 48′ 7″	7″,3	7″,3	Log. MS = 3,772. 7052
Schlossberg = S =	76 40 24	24,7	36,2	Log. sin G = 9,840. 1975. 22,0. 2120
Mittelberg = M =	59 31 24	28	16,5	Log. GM = 3,920. 6441. 6441
	179 59 55	60,0	60	D. E. Lg. sin S = 0,011. 8548. 5,0. 8491
OGM = 333° 53′ 16″,3	OMG = 153° 53′ 16″,3			Log. sin M = 9,935. 4295. 12,5. 4152
G = 43 48 7,3	M = 59 31 16,5			Log. GS = 3,867. 9284. 9084
OGS = 17 41 23,6	OMS = 94 21 59,8			
Galgenberg = G =	33° 21′ 51″	51″	51″	Log. PS = 3,843. 5112
Schlossberg = S =	111 3 50	52	46,8	Log. sin G = 9,740. 3299. 32,0. 3299
Platz = P =	35 34 15	17	22,2	Log. GP = 4,073. 1494. 1494
	179 59 56	60	60	D. E. Lg. sin S = 0,030. 0362. 8,1. 0319
OGP = 344° 19′ 32,6	OPG = 164° 19′ 32″,6			Log. sin P = 9,764. 7116. 29,5. 7270
G = 33 21 51	P = 35 34 22,2			Log. GS = 3,867. 8972. 9083
OGS = 17 41 23,6	OPS = 128 45 10,4			
Lauch = L =	40° 21′ 42″	43″,6	46″,1	Log. GS = 3,867. 9031. 9085
Schlossberg = S =	98 51 20	18,3	15,8	Log. sin L = 9,811. 3177. 24,7. 3239
Galgenberg = G =	40 46 57	58,1	58,1	Log. LG = 4,051. 3779. 3779
	179 59 59	60	60	D. E. Lg. sin S = 0,005. 2075. 3,3. 2067
OLG = 238° 28′ 21,7	OGL = 58° 28′ 21″,7			Log. sin G = 9,815. 0417. 24,4. 0417
L = 40 21 46,1	G = 40 46 58,1			Log. LS = 3,871. 6263
OLS = 278 50 7,8	OGS = 17 41 23,6			

Coordinatenberechnung.

Log. LS = 3,871. 6263	Log. LS = 3,871. 6263
Log. sin OLS = 9,994. 8156	Log. cos OLS = 9,186. 3859
3,866. 4419	3,058. 0122
— 7352,62	+ 1142,91
Absc. L = + 100942,67	Ord. L = — 43956,94
Abcs. S = + 93590,05	Ord. S = — 42814,03
Log. PS = 3,843. 5112	Log. PS. = 3,843. 5112
Log. sin OPS = 9,892. 0127	Log. cos OPS = 9,796. 5486
3,735. 5239	3,640. 0598
+ 5439,06	— 4365,76
Absc. P = + 88150,99	Ord. P = — 38448,27
Absc. S = + 93590,05	Ord. S = — 42814,03

Fig. 36.

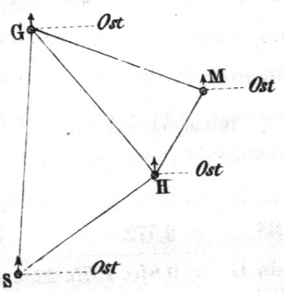
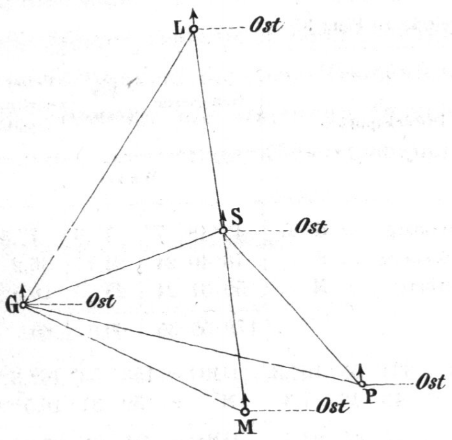


Fig. 37.



§. 71.

Da oben Abschnitt I. §. 16 schon etwas über das Azimuth, die Directionswinkel und das ebene Dreieck gesagt ist, so ist hier nur noch anzugeben, wie bei der vorstehenden übereinstimmenden Dreiecksberechnungsmethode, schon beim Ansatz der Dreieckswinkel eine feste mechanische Ordnung eingehalten wurde, aus welcher, ohne eine Zeichnung über die Lage des betreffenden Dreiecks weiter anzusehen, man den Calcul und die Coordinatenbestimmung richtig ausführen konnte.

a) Ansatz der Dreieckspunkte.

Man dachte sich, gegen die Basis des Dreiecks sehend, auf den gesuchten Punkt, und schrieb zuerst den rechts liegenden Basisendpunkt; dann den gesuchten Punkt, und zuletzt den links liegenden Endpunkt der Basis mit den dazu gehörigen Winkeln an; daher oben Fig. 36 für den gesuchten Punkt H aus Dreieck 1 gesetzt ist:

$$
\begin{aligned}
1)\ M &= 75^0\ 29'\ 14 \\
2)\ H &= 67\ \ 40\ \ 52 \\
3)\ G &= 36\ \ 49\ \ 50
\end{aligned}
$$

b) Ansatz der Directionswinkel für die Coordinatenbestimmung.

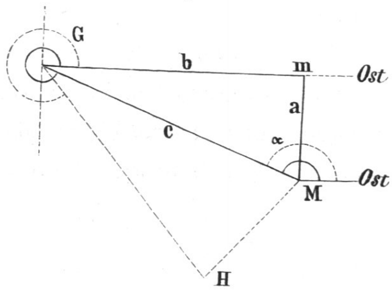
Für eine gegebene Basis wurde der von Ost über Nord und den rechts liegenden Basisendpunkt berechnete Directionswinkel zuerst, und der so über den links liegenden Basisendpunkt berechnete zuletzt angesetzt.

Um dann die über die Endpunkte der Basis berechneten Directionswinkel für den gesuchten Punkt zu finden, war der Dreieckswinkel auf dem Basisendpunkt rechts, für den ersten Directionswinkel immer positiv, so wie der Dreieckswinkel auf dem Basisendpunkt links, für den zweiten Directionswinkel immer negativ; wenn daher im obigen Dreieck 1 Fig. 36 für die Basis MG, omg $= \alpha$ und ogm $= 180 + \alpha$

oder 1) $OMG = 162^0\ 10'\ 57,''2$	2) $OGM = 342^0\ 10'\ 57'',2$
und $+ M = 75\ 29\ 11,3$	$- G = 36\ 49\ 51$
so ist I) $OMH = 237^0\ 40'\ 8'',5$	II) $OGH = 305^0\ 21,\ 6'',2$

Um im allgemeinen die Directionswinkel einer Basis, welche in den Coordinaten zweier Punkte gegeben sind, zu finden, hat man nur das rechtwinklige Dreieck, das sich aus dem Coordinatenunterschied dieser Punkte ergibt, aufzulösen, und es ist in dem so bekannten Dreieck GmM Fig. 38.

Fig. 38.



$$1)\ OMG = R + \alpha = 90^0 + \alpha \qquad 2)\ OGM = 3\,R + \alpha = 270^0 + \alpha$$

und

$$I.\ OMG + M = OMH \qquad II.\ OGM - G = OGH.$$

wo OMH und OGH die beiden Directionswinkel für H bezeichnen, welche vom Ostpunkt über Nord und die Endpunkte der Basis berechnet worden sind.

Die Basis MG $= c$ berechnet sich doppelt aus den Proportionen:

$$b : c = \sin \alpha : 1 \quad \text{und} \quad a : c = \cos \alpha : 1$$

$$c = \frac{b}{\sin \alpha} \quad \text{und} \quad c = \frac{a}{\cos \alpha}$$

§. 72.

Die Detailtriangulirung des Schwarzwaldes.[1]

Das Königreich Württemberg ist im Allgemeinen ein Hügelland, welches eine grosse und schöne Abwechslung zwischen Bergen und Thälern hat. Die Triangulirung und Bildung von geeigneten Dreiecken war

[1] Durch Trig. Kohler und Rieth.

daher in dem bei weitem grössten Theile desselben durch dominirende Höhen mit schönen Aussichten in der Runde und in die Ferne sehr erleichtert, und man konnte ausser dem Schwarzwald eigentlich durchaus Dreieck an Dreieck reihen, und so die Grundlage der Detailvermessung aus der Fortpflanzung der Dreieckskette durch Rechnung finden.

Auf dem Schwarzwald aber, wo die auf viele Quadratmeilen sich ausdehnenden Tannenwaldungen nur von engen Thälern, Klingen und Schluchten und fliessenden Wassern durchschnitten sind, war schon die Secondärtriangulirung eine schwierige Aufgabe, und die Bestimmung von Dreieckspunkten dritten Ranges durch einfache Triangulirung unmöglich.

Um Anhaltspunkte für die Detailaufnahme in die Thäler des Schwarzwalds zu bringen, brachte man mit dem Theodolith einen Messapparat, bestehend aus 15schühigen Messlatten und einer Seztwage mit Gradbogen, in Verbindung, Figur 39. Die Messlattenende Figur 40 waren

Fig. 39.

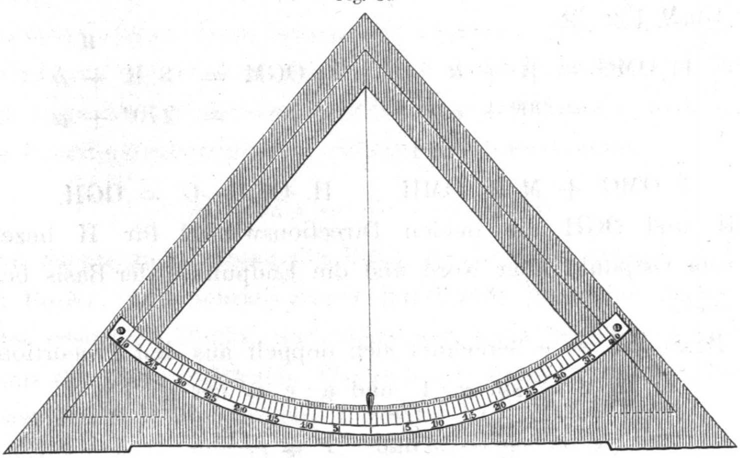
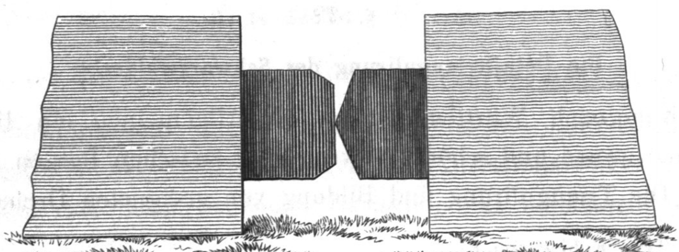


Fig. 40.



ähnlich denjenigen an den Basismessungsstangen, von Stahl, und der Gradbogen der Setzwage hatte, bei einem Radius von 9,6 Zoll, eine Eintheilung von 10 zu 10 Minuten.

Mittelst dieses Apparats und mit Anwendung der Grundsätze der Polygonometrie, konnte die Detailtriangulirung des Schwarzwaldes nicht nur ermöglicht, sondern auch die nachgefolgte Detailaufnahme durch die polygonometrische Triangulirungsart sehr erleichtert werden, so dass je mühsamer es dem Trigonometer wurde, den Thälern, Schluchten und Grenzen entlang seine Signale aufzupflanzen und deren Lagen zu bestimmen, der Geometer desto leichter die Detailaufnahme ausführte.

Die Geschäfte dieser polygonometrischen Triangulirung theilten sich auf dem Felde in die drei Operationen: Signalisirung, Messung der Signaldistanzen und Winkelmessung mit dem Theodolith.

A) Signalisirung. Von Haupt- und Sekundär-Dreiecks-Punkten ausgehend, stellte man in den Strassen, Wegen, Thälern und Schluchten die trigonometrischen Signale in Distanzen, wie es die Oertlichkeiten zuliessen, und setzte ihre Verkettung so lange nach allen Richtungen fort, bis die von verschiedenen festen Punkten ausgegangenen Signalisirungen Polygone schlossen, und hiedurch sich dem Trigonometer die Controle seines Geschäfts ergab.

B) Distanzenmessung. Das Messen der Polygonseiten war ein ebenso schwieriges als mühsames Geschäft, indem dabei die Messlatten Fig. 40 angestossen und von den Gehülfen auf dem unebenen Boden so lange festgehalten werden mussten, bis der Trigonometer die Neigungswinkel derselben an der aufgestellten Setzwage Fig. 39 beobachtet hatte. Diese Messung ging von Signal zu Signal, meistens über Stock, Stein, Felsen und durch Gesträuch und Wasser, Berg auf Berg ab, wobei hauptsächlich das Anlegen der Messstangen grosse Vorsicht und Mühe erforderte. Auf diese Weise wurden im Schwarzwald so viele Signaldistanzen gemessen, dass ihre Gesammtlänge 103 Stunden à 13000 Fuss ausmachte.

C. Winkelmessung. Die Horizontalwinkelmessung mit dem achtzölligen Theodolith nahm man auf jedem Signalpunkt vor und sind wenigstens zwei Winkel für den ganzen Umkreis beobachtet, so dass mittelst dieser Winkel und der auf den Horizont reducirten Polygondistanzen die Coordinaten der signalisirten Punkte ebenso sicher und genau ausfielen, wie wenn sie aus reiner einfacher Triangulirung im offenen Terrain hervorgegangen wären.

Tabelle der natürlichen Sinus-versus für den Radius = 1.

Winkel °	′	Sin. ver.	Winkel °	′	Sin. ver.	Winkel °	′	Sin. ver.	Winkel °	′	Sin. ver.	Winkel °	′	Sin. ver.	Winkel °	′	Sin. ver.
0	10	0,00001	4	10	0,00264	8	10	0,01014	12	10	0,02246	16	10	0,03954	20	10	0,06131
	20	0,00002		20	0,00286		20	0,01056		20	0,02308		20	0,04036		20	0,06231
	30	0,00004		30	0,00308		30	0,01098		30	0,02370		30	0,04118		30	0,06333
	40	0,00007		40	0,00332		40	0,01142		40	0,02434		40	0,04201		40	0,06435
	50	0,00011		50	0,00356		50	0,01186		50	0,02498		50	0,04285		50	0,06538
1	0	0,00015	5	0	0,00381	9	0	0,01231	13	0	0,02563	17	0	0,04370	21	0	0,06642
	10	0,00021		10	0,00406		10	0,01277		10	0,02629		10	0,04455		10	0,06747
	20	0,00027		20	0,00433		20	0,01324		20	0,02696		20	0,04541		20	0,06852
	30	0,00034		30	0,00460		30	0,01371		30	0,02763		30	0,04628		30	0,06958
	40	0,00042		40	0,00489		40	0,01420		40	0,02831		40	0,04716		40	0,07065
	50	0,00051		50	0,00518		50	0,01469		50	0,02900		50	0,04805		50	0,07173
2	0	0,00061	6	0	0,00548	10	0	0,01519	14	0	0,02970	18	0	0,04894	22	0	0,07282
	10	0,00071		10	0,00579		10	0,01570		10	0,03041		10	0,04985		10	0,07391
	20	0,00083		20	0,00610		20	0,01622		20	0,03113		20	0,05076		20	0,07501
	30	0,00095		30	0,00643		30	0,01675		30	0,03185		30	0,05168		30	0,07612
	40	0,00108		40	0,00676		40	0,01728		40	0,03258		40	0,05260		40	0,07724
	50	0,00122		50	0,00710		50	0,01782		50	0,03333		50	0,05354		50	0,07836
3	0	0,00137	7	0	0,00745	11	0	0,01837	15	0	0,03407	19	0	0,05448	23	0	0,07950
	10	0,00153		10	0,00781		10	0,01893		10	0,03483		10	0,05543		10	0,08064
	20	0,00169		20	0,00818		20	0,01950		20	0,03560		20	0,05639		20	0,08178
	30	0,00187		30	0,00856		30	0,02008		30	0,03637		30	0,05736		30	0,08294
	40	0,00205		40	0,00894		40	0,02066		40	0,03715		40	0,05833		40	0,08410
	50	0,00224		50	0,00933		50	0,02125		50	0,03794		50	0,05932		50	0,08528
4	0	0,00244	8	0	0,00973	12	0	0,02185	16	0	0,03874	20	0	0,06031	24	0	0,08645

Mittelst dieser sin. vers. Tabelle ist die Reduction der oben unter B bezeichneten Polygondistanzen auf den Horizont sehr vereinfacht, da nach derselben nur die Summe der sinus-versus der einzelnen Messlattenlagen einer Distanz = b zu suchen, und wenn a die Länge einer Messlatte und n die Anzahl der Stangenanlagen bezeichnen:

Die auf den Horizont reducirte Distanz = an — ab = D oder da die gebrauchten Messlatten = 15 Fuss sind

$$D = 15\,n - 15\,b.$$

§. 73.

Zusammenstellung der für die ganze Landesvermessung bestimmten trigonometrischen Punkte, nach Jahrgängen.

1818	wurden	best.	41	Punkte	1829	wurden	best.	1773	Punkte
1819	„	„	142	„	1830	„	„	2363	„
1820	„	„	682	„	1831	„	„	2357	„
1821	„	„	979	„	1832	„	„	2658	„
1822	„	„	1046	„	1833	„	„	3160	„
1823	„	„	1020	„	1834	„	„	1872	„
1824	„	„	1531	„	1835	„	„	1891	„
1825	„	„	1641	„	1836	„	„	1936	„
1826	„	„	1049	„	1837	„	„	1900	„
1827	„	„	1115	„	1838	„	„	1752	„
1828	„	„	1496	„	1839	„	„	356	„

Summa 32760 trigonometrische Punkte.[1]

Von diesen Punkten liegen

a) in Württemberg 29244

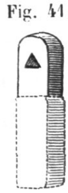
b) „ Hohenzollern, das von Württemberg triangulirt wurde 2907

c) im sonstigen angrenzenden Ausland, und theils, wegen des Auschlusses zur Controle doppelt bestimmt 609

zusammen 32760

Die Landestriangulirung ist durch zweckmässige Vermarkung der trigonometrischen Signalpunkte fest gelegt, so wie auch für die Erhaltung derselben besondere hohe Fürsorge getroffen worden,[2] damit diese mühsamen und kostspieligen Operationen in Zukunft keiner Wiederholung bedürfen.

Fig. 41.



Die Signalsteine Fig. 41 sind $2\frac{1}{2}$ — 3 Fuss hoch, 1 Fuss dick, oben abgerundet, einen Fuss von oben abwärts sauber behauen, und haben eine ganz ebene Seite mit einem vertieft eingehauenen Dreieck, so dass dieselben mit dieser Seite ganz fest an die Signalstangen eingesezt werden konnten.

[1] Hievon bestimmte Trigonometer Diezel 7661; Brigel 5961; Pross 2103; Kohler 6374; Schmid 1980; Hausch 2465; Fuchs 201; Rieth 6015.

[2] Ministerialverfügung v. 12. Nov. 1840. Regbl. S. 509. und 12. Oct. 1849. Regbl. S. 677.

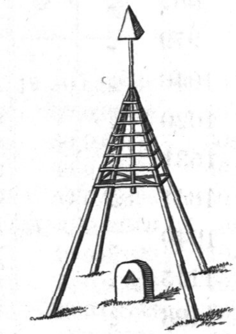
Das Dreieck am Signalstein hat also eine doppelte Bedeutung, nämlich:

1) den Stein als Signalstein der Landestriangulirung, und

2) die Seite an demselben, wo bei jedem künftigen Gebrauch des trigonometrischen Punktes das neue Signal einzusetzen ist, Fig. 42 zu bezeichnen.

Fig. 42.

Fig. 43.



Auf den Secondär-Dreiecks-Punkten wurden kleine Pyramiden-Signale Fig. 43 aufgestellt, und theils wie die andern Signalpunkte, theils auch so vermarkt, dass man von der Spitze des Signals auf den Signalstein absenkelte, und dann oben auf denselben ein gleichseitiges Dreieck einhauen liess, in dessen Mitte der abgesenkelte Punkt fiel.

§. 74.

Die Anordnungen für die Fortführung der Flurkarten und Primärcataster erforderten systematische Zusammenstellungen über alle trigonometrische Berechnungen, Coordinatenverzeichnisse und Uebersichten, welche die im vorigen §. aufgezählten trigonometrischen Punkte betreffen. Die Nachweisungen hierüber sind in folgenden Documenten auf dem k. Catasterbureau niedergelegt:

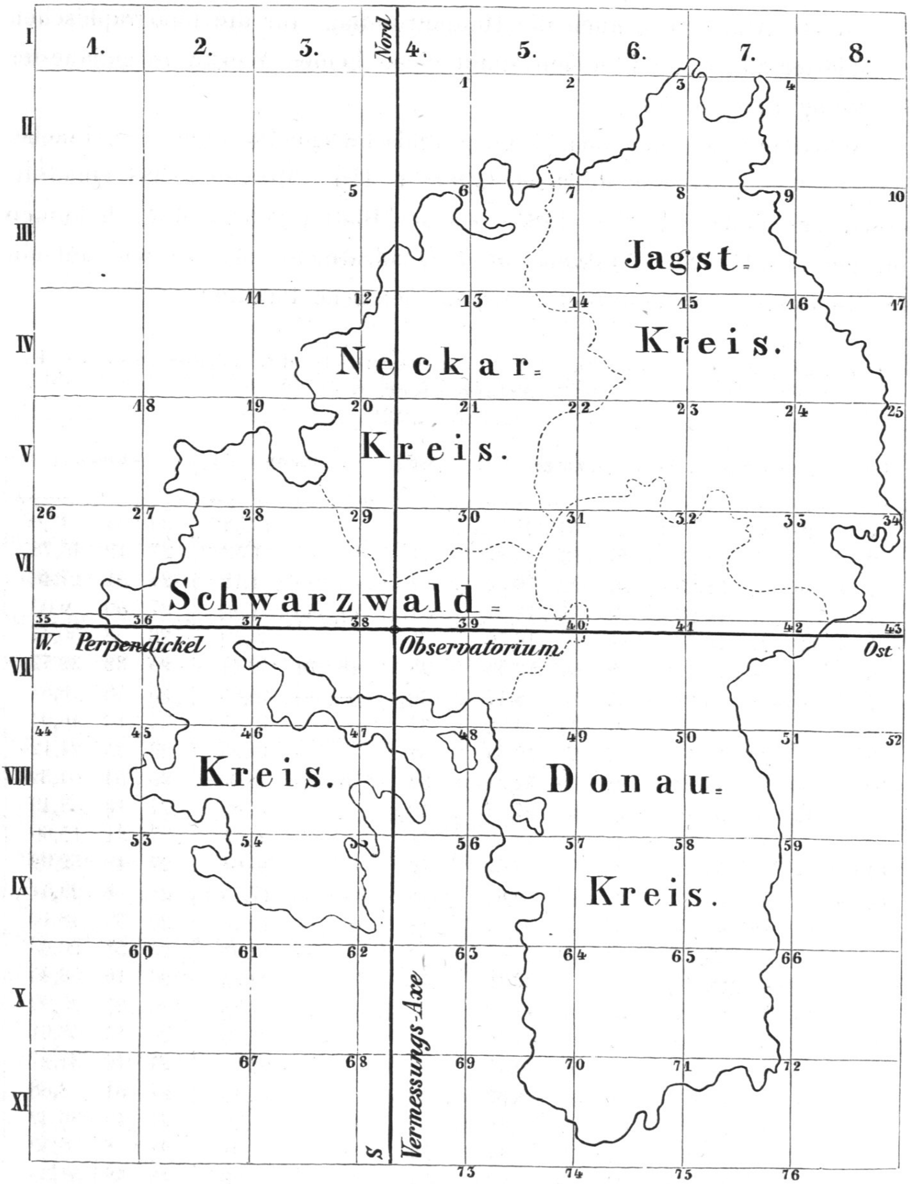
A) In den Reinschriften der Original-Dreiecks-Berechnungen der Trigonometer, welche nach Jahrgängen geordnet in 20 Grossfoliobänden vorhanden sind.

B) In vier Coordinatenbänden, nach den vier Kreisen des Landes, in denen die Coordinaten der trigonometrischen Punkte nach Oberämtern und Gemeinden zusammengestellt sind.

C) In dem aus 55 Blättern bestehenden trigonometrischen Atlas, welcher ganz analog mit dem topographischen Atlas ist.

Conspect des trigonometrischen Atlasses. Massstab 1 : 1,600.000.

Fig. 44.



55 Blätter im 50,000theiligen Massstab.

Der trigonometrische Atlas enthält die vollständige Landestriangulirung, und die bildliche Darstellung von der Lage der oben angezeigten 29244 trig. Punkte, sowie auch die Einzeichnung der Dreiecke, wie diese bei der Triangulirung gebildet und für die Coordinatenbestimmung berechnet worden sind. Derselbe ist nicht lithographirt.

Dieser Atlas weist auch die Hauptgrundlage für die topographischen Atlasblätter nach, und stehen somit diese beiden Werke in genauester Beziehung zu einander.

Württemberg zählt 354,44 geographische Quadratmeilen an Fläche, diese zu lauter ganzen Messtischblättern à $416\frac{2}{3}$ Morgen à 384 Quadratruthen berechnet, würden 14854 solcher Blätter geben, folglich kämen von den 29244 trig. Punkten auf 1 Quadratmeile 83, so wie auf ein Messtischblatt durchschnittlich 2 trigonometrische Punkte.

Geographische Bestimmung der Sectionspunkte der trigonometrischen Atlasblätter.

Nro.	Breite.			Länge.			Nro.	Breite.			Länge.		
1	49°	33′	38″,21	26°	54′	15″,32	30	—	—	10″,86	26°	54′	4″,05
2	—	—	34,79	27	13	15,81	31	—	—	7,53	27	12	45,78
3	—	—	28,25	27	32	16,24	32	—	—	1,18	27	31	27,46
4	—	—	18,60	27	51	16,57	33	—	43	51,80	27	50	9,03
5	49	21	16,72	26	35	16,70	34	—	—	39,40	28	8	50,47
6	—	—	16,41	26	54	12,45	35	48	31	32,14	25	39	32,77
7	—	—	13,01	27	13	8,17	36	—	—	40,85	25	58	9,81
8	—	—	6,52	27	32	3,84	37	—	—	46,55	26	16	46,94
9	—	20	56,94	27	50	59,39	38	—	—	49,26	26	35	24,12
10	—	—	44,27	28	9	54,81	39	—	—	48,96	26	54	1,32
11	49	8	52,13	26	16	27,57	40	—	—	45,65	27	12	38,49
12	—	—	54,89	26	35	18,59	41	—	—	39,35	27	31	15,60
13	—	—	54,59	26	54	9,62	42	—	—	30,04	27	49	52,62
14	—	—	51,21	27	13	0,63	43	—	—	17,73	28	8	29,51
15	—	—	44,77	27	31	51,57	44	48	19	10,33	25	39	48,10
16	—	—	35,26	27	50	42,41	45	—	—	18,98	25	58	20,63
17	—	—	22,67	28	9	33,12	46	—	—	24,64	26	16	53,25
18	48	56	24,51	25	57	47,80	47	—	—	27,33	26	35	25,92
19	—	—	30,30	26	16	34,10	48	—	—	27,03	26	53	58,61
20	—	—	33,04	26	35	20,45	49	—	—	23,75	27	12	31,27
21	—	—	32,73	26	54	6,82	50	—	—	17,49	27	31	3,88
22	—	—	29,38	27	12	53,16	51	—	—	8,25	27	49	36,39
23	—	—	22,99	27	31	39,44	52	—	18	55,91	28	8	8,50
24	—	—	13,54	27	50	25,63	53	48	6	57,08	25	58	31,33
25	—	—	1,05	28	9	11,67	54	48	7	2,71	26	16	59,49
26	48	43	53,92	25	39	17,27	55	—	—	5,37	26	35	27,71
27	48	44	2,69	25	57	58,87	56	—	—	5,07	26	53	55,94
28	—	—	8,44	26	16	40,56	57	—	—	1,82	27	12	24,14
29	—	—	11,16	26	35	22,30	58	48	6	55,60	27	30	52,29

Nro.	Breite.			Länge.			Nro.	Breite.			Länge.		
59	—	—	46″,43	27	49	20,35	68	—	—	21″,51	26	35	31,22
60	47	54	35,16	25	58	41,91	69	—	—	21,09	26	53	50,67
61	—	—	40,74	26	17	5,67	70	—	—	17,88	27	12	10,11
62	—	—	43,39	26	35	29,47	71	—	—	11,75	27	30	29,50
63	—	—	43,09	26	53	53,29	72	—	—	2,71	27	48	48,80
64	—	—	39,86	27	12	17,09	73	47	29	59,06	26	53	48,09
65	—	—	33,69	27	30	40,83	74	—	—	55,87	27	12	3,22
66	—	—	24,58	27	49	4,49	75	—	—	49,79	27	30	18,29
67	47	42	18,63	26	17	11,79	76	—	—	40,81	27	48	33,28

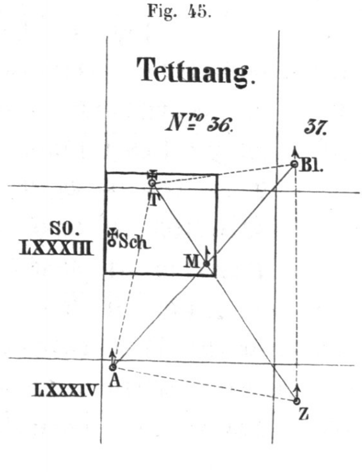
§. 75.

Die genaue trigonometrische Punktenbestimmung ohne Theodolith oder Winkelmesser.

Bei der Fortführung der Primärcataster und Flurkarten kommen Fälle vor, z. B. bei Anlage von Beiblättern oder Bearbeitungen von Ortsplanen im 1250theiligen Massstab, wo die Landestriangulirung nicht hinreicht, für solche Aufnahmen eine vollständige Grundlage zu geben, indem für dieselben gewöhnlich nur ein trigonometrischer Punkt, der Ortskirchthurm, auf das Messtischblatt aufgetragen werden kann.

Da in solchen Fällen wenigstens noch ein Punkt nöthig ist, auf dem der Geometer den Messtisch aufstellen und von demselben aus seine Manipulationen mit Sicherheit beginnen kann, so sollen folgende Beispiele ein einfaches und zugleich genaues Verfahren zeigen, wie sich der Geometer für besondere Zwecke die Landestriangulirung vervollständigen und so viele trigonometrische Punkte ohne Winkelmesser bestimmen kann, als nöthig sind, eine jeweilige Aufgabe sicher und genau ausführen zu können.

Fig. 45.



Zwei Beispiele, die an den bezeichneten Orten in Anwendung kamen, sind in Folgendem aufgeführt.

1) Für die Stadt Tettnang in Karte S. O. LXXXIII. 36. soll ein Plan im 1250 theiligen Massstab aufgenommen werden, es sind aber nur zwei Thürme dort bestimmt, welche für denselben nach Coordinaten auf-

getragen werden können, daher noch ein Punkt M aus den in der Umgegend versteinten trigonometrischen Punkten zu bestimmen ist, welcher auf das Messtischblatt aufgetragen werden kann, und für die Aufstellung des Messtisches tauglich ist.

Die trigonometrischen Punkte um Tettnang sind:

T = Tettnang Kirchth.	Absc.	— 327975,94	Ord.	+ 141114,23
Sch = „ Schlossth.	„	— 329403,60	„	+ 140020,79
Bl = Blasenberg Sig.	„	— 327476,02	„	+ 144345,25
Z = Zimmerberg „	„	— 332849,20	„	+ 144498,45
A = Azenberg „	„	— 332152,95	„	+ 140246,73

Bei Betrachtung der Figur sieht man sogleich, dass der Geometer für die Bestimmung des Punktes M auf dem Felde nur die zwei Linien Bl A und Z T mittelst des Messtisches genau auszustecken hat, und dass ihm für die Bestimmung desselben in Zahlen, vier Dreiecke in den Coordinaten der vier Punkte T, Bl, Z und A gegeben sind.

Aus diesen Coordinaten folgt

Directionswinkel	OTB = 8^0 47′ 43,″3	OBT = 188^0 47′ 43,″3
„	OAB = 48 46 15,8	OBA = 228 46 15,8
„	OZB = 91 37 59,4	OBZ = 271 37 59,4
„	OZT = 124 46 40,5	OTZ = 304 46 40,5

so wie Log. BT = 3,514 4769 und Log. BZ = 3,730 4078 und man hat für die zwei Dreiecke TMBl. und ZMBl. folgende übereinstimmende Berechnung:

B = 39^0 58′ 32,″5		Log. TM	= 3,335 4076
M = 76 00 25,0		Log. sin B	= 9,807 8479
T = 64 1 2,5		Log. BT	= 3,514 4769
180 0 0,0		D. E. Log. sin M	= 0,013 0828
OBT = 188^0 47′ 43″,3	OTB = 8^0 47′ 43,″3	Log. sin T	= 9,953 7246
B + 39 58 32,5	T = — 64 1 2,5	Log. BM	= 3,841 2843
OBM = 228 46 15,8	OTM = 304 46 40,8		

Z = 33^0 8′ 41,″4		Log. BM	= 3,841 2842
M = 103 59 35,0		Log. sin Z	= 9,737 7936
B = 42 51 43,6		Log. ZB	= 3,730 4078
180 0 00		D. E. Lg. sin M	= 0,013 0828
OZB = 91^0 37′ 59,″4	OBZ = 271^0 37′ 59,″4	Log. sin B	= 9,832 6598
Z = + 33 8 41,4	— B = 42 51 43,6	Log. ZM	= 3,576 1504
OZM = 124 46 40,8	OBM = 228 46 15,8		

Coordinaten Berechnung von M.

Log. ZM	= 3,5761504	Log. ZM	= 3,5761504
Log. sin OZM	= 9,9145391	Log. Cos OZM	= 9,7561757
	+ 3,4906895		— 3,3323261
	+ 3095,21		— 2149,44
Absc. Z =	— 332849,20	Ord.	+ 144498,45
Absc. M =	— 329754,00	Ord. M =	+ 142349,01
Log. TM	= 3,3354076	Log. TM	= 3,3354076
Log. sin OTM	= 9,9145391	Log. Cos OTM	= 9,7561757
	— 3,2499467		+ 3,0915833
	— 1778,06		+ 1234,76
Absc. T	— 327975,94	Ord.	+ 141114,23
Absc. M	— 329754,00	Ord. M =	+ 142348,99

2) Die Stadt Wurzach, welche in S. O. $\frac{\text{LIX}}{\text{LX}}$ 56 liegt, soll im 1250-theiligen Massstab aufgenommen werden, und es kann für diesen Plan nur der Stadtkirchthurm aus den Landesvermessungs-Coordinaten aufgetragen werden; und die weitern trigonometrischen Signale, welche zur Punktenbestimmung gebraucht werden können, liegen schon etwas entfernt von der Stadt, es soll ein gut gelegener Punkt A für diese Aufgabe bestimmt werden. Die trigonometrischen Punkte hiefür sind:

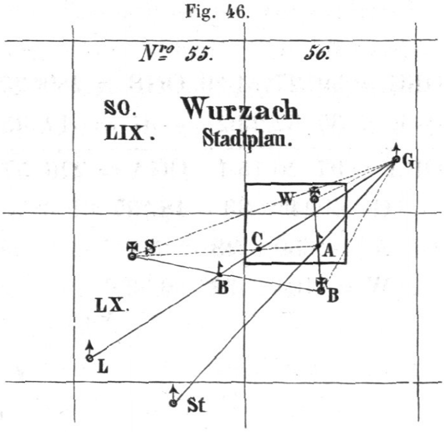


Fig. 46.

W	=	Wurzach Kirchth.	— 235740,99	+ 221512,74
B	=	Gottesberg Cap. Th.	— 237843,21	+ 221783,44
G	=	Galgenberg Sig.	— 234923,32	+ 223505,83
St	=	Stocktheil „	— 240419,31	+ 218357,29
L	=	Langwied „	— 239489,53	+ 216341,83
S	=	Siechen-Cap.	— 236988,15	+ 217453,09

Nachdem sich der Geometer über die vorhandenen trigonometrischen Punkte ein Bild wie Fig. 46 verzeichnet, zieht er die Verbindungslinien dieser Signale, und es ergeben sich in den Durchschnitten derselben die

Punkte A, B, C, welche, wenn er auf dem Felde mittelst des Messtisches die Verbindungslinien GL, GSt, BS und BW absteckt, ihm in ihren Durchschnitten auch die Punkte A, B, C auf dem Felde bestimmen.

Uebereinstimmende Berechnung des Punktes A.

Aus den Coordinaten der vier Punkte W, G, B und St ergeben sich die

Winkel:	OGW = 202^0 18′ 21″,63	OWG = 22^0 18′ 21″,63
	OBG = 59 27 51,9	OGB = 239 27 51,9
	OGSt = 226 52 10	OStG = 46 52 10
	OBW = 97 20 15,1	OWB = 277 20 15,1
	Log. GW = 3,3333055	Log. GB = 3,53020 52

1)	B = 37^0 52′ 23,″2	Log. AG = 3,4311068
	A = 129 31 54,9	Log. sin B = 9,7881081
	G = 12 35 41,9	Log. BG = 3,5302052
	180 0 0,0	D. E. Log. sin A = 0,1127935
		Log. sin G. = 9,3385712
		Log. BA = 2,9815699

OBG = 59^0 27′ 51,″9	OGB = 239^0 27′ 51,9
+ B = 37 52 23,2	− G = 12 35 41,9
OBA = 97 20 15,1	OGA = 226 52 10,0

	G = 24^0 33′ 48,″37	Log. WA = 3,0648795
2)	A = 50 28 5,1	Log. sin G = 9,6187805
	W = 104 58 6,53	Log. GW = 3,3333055
		D. E. Log. sin A = 0,1127935
		Log. sin W = 9,9850077
		Log. GA = 3,4311067

OGW = 202^0 18′ 21,″63	OWG = 22^0 18′ 21,″63
+ G = 24 33 48,37	− W = 104 58 6,53
OGA = 226 52 10,0	OWA = 277 20 15,10

Log. BA = 2,9815699	Log. BA 2,9815699
Log. sin OBA = 9,9964289	Cos. OBA = 9,1062394
2,9779988	2,0878093
+ 950,60	− 122,41
Absc. B = − 237843,21	Ord. B + 221783,44
Abcs. A = − 236892,61	Ord. A = + 221661,03

Log. WA	= 3,0648795	Log. WA	= 3,0648795
L. sin OWA	= 9,9964289	Cos. OWA	= 9,1062394
	3,0613084		2,1711189
	— 1151,62		+ 148,29
Absc. W	— 235740,99	Ord. W	+ 221512,74
Absc. A	= — 236892,61	Ord. A	+ 221661,03

Auf diese Weise lassen sich also ohne Winkelmessung auf bestimmte Plätze, wo trigonometrische Punkte fehlen, so viele derselben mit Leichtigkeit bestimmen, als der Zweck der Aufnahme erfordert; denn aus jedem neu bestimmten Punkt ergeben sich auch wieder neue Verbindungen und neue Dreiecke.

§. 76.

Winkelmessungen mit einem Repetitionstheodolith

mit einer bedeutenden Excentricität und unrichtiger Stellung der Nonien.

Es ist ein Haupterforderniss, dass die Theodolithe gut construirt sind, eine gute Kreistheilung und gute Fernröhren haben; aber fehlerfreie Theodolithe sind eine Seltenheit, weil ihre Zusammensetzung complicirt ist, und besonders die Mittelpunkte des Limbus- und Alhidadenkreises sehr schwer zu vereinigen sind.

So gebrauchte der Verfasser für die Bestimmung von Dreieckspunkten dritten Ranges einen 8zölligen Repetitionstheodolith von Utzschneider und Liebherr aus München, der zwar eine gute Kreiseintheilung, aber eine bedeutende Excentricität hatte, d. h. die in einander laufenden beiden Zapfen der Horizontal- und Alhidadenkreise, welche sich in der Büchse des Dreifusses bewegen, waren so beschaffen, dass die Axen derselben nicht genau zusammenfielen.

Auf welche Weise nun die mit diesem fehlerhaften Instrumente gemessenen Winkel berichtigt wurden, soll in Folgendem gezeigt werden.[1] (Häufig muss bei Theodolithen auf ähnliche Art das plus oder minus der Winkel bestimmt werden, um mit fehlerhaften Instrumenten richtige Winkelmessungen ausführen zu können.)

Zuerst wurde durch den ganzen Horizontalkreis, von 15 zu 15 Grad genau beobachtet, um wie viel die Ablesung nach dem einen Nonius,

[1] Empirische Formel des Verfassers.

von der des gegenüberliegenden abweiche, und folgendes Resultat gefunden:

Unterschied der					
Ablesung auf		Ablesung auf		Ablesung auf	
Nonius I.	Nonius II	Nonius I	Nonius II.	Nonius I.	Nonius II.
0°	+180° +30″	150°	+180° +70″	300°	+180° +20″
15	35	165	65	315	15
30	40	180	60	330	20
45	45	195	55	345	25
60	50	210	50	360	30
75	55	225	45		
90	60	240	40		
105	65	255	35		
120	70	270	30		
135	75	285	25		

Die Abweichung von 180° stieg also bis zu dem Maximum von 75″ und ging von da wieder zurück bis auf 15″ als Minimum. Da also diese Abweichung von 15″ durch alle Stellungen der Alhidade auf dem Limbus sich zeigte,[1] so kam sie auch bei den Differenzen der doppelten Ablesungen der Winkel zuerst in Abzug und der Rest wurde sodann nach dem gewöhnlichen allgemeinen Verfahren halbirt, und die Hälfte zu der Ablesung auf Non. I addirt, und man hatte in dieser Summe den richtigen Winkel.

Z. B., war der einfache Winkel auf I = a und auf II = b so ist b[2] — a = c und $\frac{c - 15}{2}$ = d und der verbesserte Winkel = a + d. Wenn a die Ablesung einer fünfmaligen Repetition des Winkels, alsdann ist der verbesserte Winkel = $\frac{a + d}{5}$ etc.

[1] Ein Beweis, dass neben der Excentricität, die beiden Nonien um 15 Sekunden unrichtig angebracht.

[2] Bei b je 180° abgezogen.

Tabelle,
mittelst welcher man bei obigem Theodolith bloss auf dem Nonius links vom Perspectiv abzulesen und zur Richtigstellung des Winkels nur die betreffende Sekundendifferenz zu addiren hatte.

Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.
0°	7″,5	41°	14″,33	82°	21″,16	123°	28,″0	164°	25″,16	205°	18″,33	246°	11,″5
1	7,66	42	14,5	83	21,33	124	28,16	165	25	206	18,16	247	11,33
2	7,83	43	14,66	84	21,5	125	28,33	166	24,83	207	18,0	248	11,16
3	8,0	44	14,83	85	21,66	126	28,5	167	24.66	208	17,83	249	11,0
4	8,16	45	15,0	86	21,83	127	28,66	168	24,5	209	17,66	250	10,83
5	8,33	46	15,16	87	22,0	128	28,83	169	24,33	210	17,5	251	10,16
6	8.5	47	15.33	88	22,16	129	29,0	170	24,16	211	17,33	252	10,5
7	8,66	48	15,5	89	22,33	130	29,16	171	24	212	17,16	253	10,33
8	8,83	49	15,66	90	22,5	131	29,33	172	23,83	213	17,0	254	10,16
9	9,0	50	15,83	91	22,66	132	29,5	173	23,66	214	16,83	255	10,0
10	9,16	51	16,0	92	22,83	133	29,66	174	23,5	215	16,66	256	9,83
11	9,33	52	16,16	93	23,0	134	29,83	175	23,33	216	16,5	257	9,66
12	9,5	53	16,33	94	23,16	135	30,0	176	23,16	217	16,33	258	9,5
13	9,66	54	16,5	95	23,33	136	29,83	177	23	218	16,16	259	9,33
14	9,83	55	16,66	96	23,5	137	29,66	178	22,83	219	16,0	260	9,16
15	10,0	56	16,83	97	23,66	138	29,5	179	22,66	220	15,83	261	9,0
16	10,16	57	17,0	98	23,83	139	29,33	180	22,5	221	15,66	262	8,83
17	10,33	58	17,16	99	24,0	140	29,16	181	22,33	222	15,5	263	8,66
18	10,5	59	17,33	100	24,16	141	29,0	182	22,16	223	15,33	264	8,5
19	10,66	60	17,5	101	24,33	142	28,83	183	22,0	224	15,16	265	8,33
20	10,83	61	17,66	102	24,5	143	28,66	184	21,83	225	15,0	266	8,16
21	11,0	62	17,83	103	24,66	144	28,5	185	21,66	226	14,83	267	8,0
22	11,16	63	18,0	104	24,83	145	28,33	186	21,5	227	14,66	268	7,83
23	11,33	64	18,16	105	25,0	146	28,16	187	21.33	228	14,5	269	7,66
24	11,5	65	18,33	106	25,16	147	28,0	188	21,16	229	14,33	270	7,5
25	11,66	66	18,5	107	25,33	148	27,83	189	21,0	230	14,16	271	7,33
26	11,83	67	18,66	108	25,5	149	27,66	190	20,83	231	14	272	7,16
27	12,0	68	18,83	109	25,66	150	27,5	191	20,66	232	13,83	273	7,0
28	12,16	69	19,0	110	25,8	151	27,33	192	20,5	233	13,66	274	6,83
29	12,33	70	19,16	111	26,0	152	27,16	193	20,33	234	13,5	275	6,66
30	12,5	71	19,33	112	26,16	153	27,0	194	20,16	235	13,33	276	6,5
31	12,66	72	19,5	113	26,33	154	26,83	195	20,0	236	13,16	277	6,33
32	12,83	73	19,66	114	26,5	155	26,66	196	19,83	237	13,0	278	6,16
33	13	74	19,83	115	26,66	156	26,5	197	19,66	238	12,83	279	6,0
34	13,16	75	20,0	116	26,83	157	26,33	198	19,5	239	12,66	280	5,83
35	13,33	76	20,16	117	27,0	158	26,16	199	19,33	240	12,5	281	5,66
36	13,5	77	20,33	118	27,16	159	26,0	200	19,16	241	12.33	282	5,5
37	13,66	78	20,5	119	27,33	160	25,83	201	19,0	242	12,16	283	5,33
38	13,83	79	20,66	120	27,5	161	25,66	202	18,83	243	12,0	284	5,16
39	14	80	20,83	121	27,66	162	25,5	203	18,66	244	11,83	285	5,0
40	14,16	81	21	122	27,83	163	25,33	204	18,5	245	11,66	286	4,83

Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.	Winkel.	+ Differenz.
287°	4″,66	298°	2″,83	309°	1″,0	320°	0″,83	331°	2″,66	342°	4″,5	353°	6″,33
288	4,5	299	2,66	310	0,83	321	1,0	332	2,83	343	4,66	354	6,5
289	4,33	300	2,5	311	0,66	322	1,16	333	3,0	344	4,83	355	6,66
290	4,16	301	2,33	312	0,5	323	1,33	334	3,16	345	5,0	356	6,83
291	4,0	302	2,16	313	0,33	324	1,5	335	3,33	346	5,16	357	7,0
292	3,83	303	2,00	314	0,16	325	1,66	336	3,5	347	5,33	358	7,16
293	3,66	304	1,83	315	0,0	326	1,83	337	3,66	348	5,5	359	7,33
294	3,5	305	1,66	316	0,16	327	2,0	338	3,83	349	5,66	360	7,5
295	3,33	306	1,5	317	0,33	328	2,16	339	4,0	350	5,83		
296	3,16	307	1,33	318	0,5	329	2,33	340	4,16	351	6,0		
297	3,0	308	1,16	319	0,66	330	2,5	341	4,33	352	6,16		

Beispiele der Ablesung und Winkelbestimmung.

Standpunkt Feuerbacher Heide I.	Nonius I.			Nonius II.		Der Winkel nach Nonius I. und der Tabelle.		
1) Cappelberg-Ameisenberg	31°	54′	55″			31°	55′	7″,8
	63	50	0			—	—	9,0
	95	45	0			—	—	7,8
	127	40	10			—	—	9,7
	159	35	15			—	—	8,2
	191	30	30	31′	30″	—	—	8,4
$b - a = 60$ und $\frac{60-15}{2} = 22{,}5 = d$						Mittel		
folglich $\frac{a+d}{6} =$	31	55	8,7			31	55	8,48
2) Cappelberg-Gänshaid	42	23	55			42	24	9,5
	84	47	55			—	—	8,3
	127	11	55			—	—	7,8
	169	36	5			—	—	7,3
	212	0	20			—	—	7,5
	254	24	30	25	10	-	—	6,7
$d = 12{,}5$ $\frac{a+d}{6} =$	42	24	7,08			M. 42	24	7,85
3) Solitude-Basisendpunkt	106	25	0			106	25	25,2
	212	50	35			—	—	26,0
	319	16	15			—	—	25,2
	65	41	25			—	—	25,8
	172	6	45			—	—	25,7
106. 25. 26,2	278	32	30	33	0	—	—	26,0
	24	57	50			—	—	25,9
	131	23	0			—	—	26,1
	237	48	40			—	—	26,0
	344	14	20	14	45	—	—	26,4
$d = 5$ $\frac{a+d}{10} =$	106	25	26,5			106	25	25,83