Handbuch der Vermessungskunde

Jordan, Wilhelm

Stuttgart, 1895

§ 65. Schwerds Basis-Netz mit Winkelmessungen

urn:nbn:de:hbz:466:1-83060

Abriss im Kataster-System Celle.

		Beobachtet A	v	Ausgeglichen $\alpha = A + v$	$\log S$
1. Aegidius.					
Wasserturm . .	1.	251° 23′ 39,33″	+0,02″	251° 23′ 39,35″	3.378 7016
Hochschule . .		315 2 32,64			
Burg	2.	322 20 14,15	+0,68	322 20 14,83	3.624 0521
Schanze	3.	2 6 0,69	−0,63	2 6 0,07	3.702 8735
Dreifaltigkeit . .		35 3 47,73			
Steuerndieb . .	4.	55 8 28,85	−0,55	55 8 28,30	3.615 2086
Willmer	5.	150 27 44,00	+0,48	150 27 44,48	3.481 5665
2. Wasserturm.					
Burg	6.	355° 44′ 55,72″	+0,48″	355° 44′ 56,20″	3.613 3487
Hochschule . .		20 36 49,99			
Aegidius . . .	7.	71 23 39,74	−0,48	71 23 39,26	3.378 7016
Willmer . . .	8.	116 29 5,98	0,00	116 29 5,98	3.623 4413
3. Willmer.					
Wasserturm . .	9.	296° 29′ 4,85″	+0,91″	296° 29′ 5,76″	3.623 4413
Aegidius . . .	10.	330 27 45,52	−1,33	330 27 44,19	3.481 5665
Dreifaltigkeit . .		352 37 21,62			
Steuerndieb . .	11.	20 43 14,32	+0,42	20 43 14,74	3.727 4425
4. Steuerndieb.					
Willmer	12.	200° 43′ 14,83″	+0,43″	200° 43′ 15,26″	3.727 4425
Aegidius . . .	13.	235 8 28,55	+0,01	235 8 28,56	3.615 2086
Dreifaltigkeit . .		248 4 43,63			
Hochschule . .		259 14 15,09			
Burg	14.	279 17 42,55	−1,09	279 17 41,46	3.780 5583
Schanze	15.	310 0 59,67	+0,66	310 1 0,31	3.620 7673
5. Schanze.					
Steuerndieb . .	16.	130° 1′ 0,73″	−0,13″	130° 1′ 0,60″	3.620 7673
Dreifaltigkeit . .		167 49 43,84			
Aegidius . . .	17.	182 6 0,73	−0,10	182 6 0,66	3.702 8735
Burg	18.	238 10 8,02	+0,23	238 10 8,24	3.511 0402
6. Burg.					
Schanze	19.	58° 10′ 7,89″	+0,16″	58° 10′ 8,03″	3.511 0402
Steuerndieb . .	20.	99 17 40,75	+0,81	99 17 41,58	3.780 5583
Dreifaltigkeit . .		118 44 52,26			
Aegidius . . .	21.	142 20 16,39	−1,15	142 20 15,24	3.624 0521
Hochschule . .		149 4 12,32			
Wasserturm . .	22.	175 44 56,55	+0,17	175 44 56,73	3.613 3487

Die hier angegebenen $\log S$ sind dieselben wie in (12) § 63. S. 203.

§ 65. Schwerds Basis-Netz mit Winkelmessungen.

Nachdem wir die Dreiecksnetzausgleichung mit *Richtungs*messungen an den zwei Beispielen von § 59. und § 61. kennen gelernt haben, wollen wir auch eine Netz-Ausgleichung mit *Winkel*messungen behandeln.

Ein gutes Beispiel hiezu giebt uns das Basisnetz von *Schwerd*, in welchem einzelne Winkel mit verschiedenen Gewichten gemessen sind.

Professor *Schwerd* am Lyzeum in Speyer hat im Jahr 1820 (als Konkurrenz- und Trutz-Arbeit gegen die amtliche Basismessung Speyer-Oggersheim) mit seinen Lyzeumsschülern eine kleine 860 Meter lange Basis gemessen, und dieselbe durch ein trigonometrisches Netz mit der Linie Speyer-Oggersheim verbunden.

Schwerd hat seine Messungen veröffentlicht in der Schrift: „Die kleine Speyrer Basis, oder Beweis, dass man mit einem geringen Aufwand an Zeit, Mühe und Kosten durch eine kleine genau gemessene Linie die Grundlage einer grossen Triangulation bestimmen kann, Speyer, gedruckt bei Jakob Christian Kolb, 1822." Da aber der Verfasser seine trigonometrischen Messungen nur nach Gutdünken („auf die natürlichste Weise" S. 64) ausgeglichen hat, schien uns eine Neuausgleichung von Schwerd s Messungen umsomehr am Platz, als dadurch die treffliche Gewichtsunterscheidung, welche Schwerd in richtiger Erkenntnis der verschiedenen Bedeutung der mehr oder weniger spitzen Winkel traf, voll ausgenützt werden kann.

Der Teil des Schwerd schen Netzes, welchen wir behandeln wollen, ist in dem Viereck Fig. 1. gezeichnet. Das punktierte Dreieck Mannheim-Speyer-Oggersheim gehört nicht zu unserer Ausgleichung, sondern dient zum Anschluss an die badische Triangulierung.

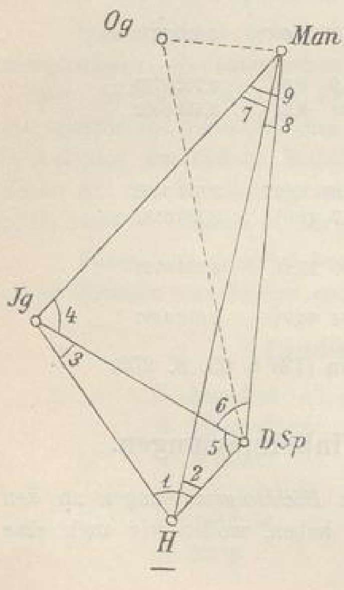
Als Basis nehmen wir die aus der eigentlichen, nur 860^m langen gemessenen Basis trigonometrisch abgeleitete Linie (Schwerd S. 69):

$$D\,Sp - H = 4962{,}8282^m \qquad (1)$$

($D\,Sp$ = Dom in Speyer, H = Heiligenstein.)

Die Originalwinkelmessungen, welche für unser Netz Fig. 1. in Betracht kommen, sind von Schwerd auf S. 48—50 seines Buches mitgeteilt, und auf S. 56 und 57 daselbst sind die zugehörigen Zentrierungsreduktionen, sowie die Drittel von sphärischen Excessen angegeben. Indem wir die Zentrierungsreduktionen an den gemessenen Winkeln anbringen, die von Schwerd mit hereingezogenen sphärischen Excesse aber hier ausser Betracht lassen, bekommen wir folgende Tabelle der gemessenen Winkel:

Fig. 1.
Schwerd s Basisnetz.
Maassstab 1 : 400 000.



Schwerd Seite	Nr.	Winkel	Gewicht p	$\frac{1}{p}$
48 u. 56	58	(1) = 81° 21′ 43,36″	70	0,0143
48 u. 56	60	(2) = 31 37 39,73	7	0,1429
49 u. 56	64	(3) = 25 16 28,85	101	0,0099
49 u. 56	65	(4) = 76 33 44,65	47	0,0213
48 u. 55	61	(5) = 73 21 46,35	85	0,0118
49 u. 55	62	(6) = 67 4 27,96	57	0,0175
50 u. 57	68	(7) = 28 25 42,53	10	0,1000
50 u. 57	67	(8) = 7 56 6,92	28	0,0357
50 u. 57	66	(9) = 36 21 49,55	30	0,0333
		Summa $[p]$ =	435	0,3867

(2)

Als Gewichte p sind hier die von Schwerd angegebenen Repetitionszahlen genommen.

Wie man sieht, sind die Gewichte p sehr ungleich. Schwerd hat mit Recht die spitzen Winkel, welche den Grundlinien gegenüber liegen, verstärkt gemessen.

Die Anzahl der Bedingungsgleichungen findet man nach Anleitung von § 58. Es ist nämlich die Anzahl der gemessenen Winkel $W = 9$, die Anzahl der Punkte $p = 4$, die Anzahl der Verbindungslinien $l = 6$, folglich hat man nach (11) § 58. S. 173:

$$W - 2p + 4 = 5 \text{ Bedingungsgleichungen}$$

und insbesondere:

$$\left.\begin{array}{l} l - 2p + 3 = 1 \text{ Seitengleichung} \\ l - p + 1 = 3 \text{ Dreiecksgleichungen} \\ \text{und für den Punkt } M \text{ 1 Horizontgleichung} \end{array}\right\} \quad (3)$$

also $1 + 3 + 1 = 5$ Gleichungen im Ganzen wie oben.

Die Seitengleichung bilden wir für den Centralpunkt $D\,Sp$, d. h. wir drücken aus, dass die Seite $D\,Sp. - Man.$ aus der Basis $D\,Sp. - H.$ auf beiden möglichen Wegen gleich erhalten werde. Dieses giebt:

$$\text{Es soll sein } \frac{\sin(1)\sin(4)\sin(8)}{\sin(3)\sin(9)\sin(2)} = 1 \quad (4\text{a})$$

Die 3 Dreiecksschlüsse sind

$$\begin{array}{llr} \text{Es soll sein } (1) + (3) + (5) & -(180^\circ + \varepsilon_b) = 0 & (4\text{b}) \\ \text{„ „ „ } (4) + (6) + (9) & -(180 + \varepsilon_c) = 0 & (4\text{c}) \\ \text{„ „ „ } (2) + (5) + (6) + (8) & -(180 + \varepsilon_d) = 0 & (4\text{d}) \end{array}$$

und die Horizontgleichung auf Mannheim:

$$\text{Es soll sein } (7) + (8) - (9) = 0 \quad (4\text{e})$$

Für die sphärischen Excesse berechnet man auf Grund der Basis $DH = 4962{,}8282^{\text{m}}$ nach (1), mit den gemessenen Winkeln, die sämtlichen Dreiecke vorläufig, die mittlere geographische Breite ist etwa 49° 30′, also $\log r = 6.80487$, damit findet man nach der Formel $\varepsilon = \frac{\varrho}{r^2}\triangle$:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{für das Dreieck} & DHJ & \varepsilon_b = 0{,}138'' \\ \text{„ „ „} & DJM & \varepsilon_c = 0{,}505 \\ \text{„ „ „} & DHM & \varepsilon_d = 0{,}151 \end{array}\right\} \quad (5)$$

Diese Excesse braucht man jedenfalls zum Aufstellen der Dreiecksgleichungen, man kann sie aber auch zur Bildung der Seitengleichung benützen.

Wir bilden zuerst die Dreieckssummenproben:

(1) = 81° 21′ 43,36″	(4) = 76° 33′ 44,65″	(2) = 31° 37′ 39,73″	
(3) = 25 16 28,85	(6) = 67 4 27,96	(5) = 73 21 46,35	
(5) = 73 21 46,35	(9) = 36 21 49,55	(6) = 67 4 27,96	
		(8) = 7 56 6,92	(6)
179 59 58,560	180 0 2,160	180 0 0,960	
soll 180 0 0,138	soll 180 0 0,505	soll 180 0 0,151	
$w_b = -1{,}578$	$w_c = +1{,}655$	$w_d = +0{,}809$	

Die Bedingungsgleichungen werden nach Anleitung von § 57.—58. gebildet, dieselben sind:

a) Seitengleichung:

$$+0{,}320\,v_1 + 0{,}503\,v_4 + 15{,}105\,v_8 - 4{,}459\,v_3 - 2{,}860\,v_9 - 3{,}419\,v_2 + 4{,}715 = 0 \quad (7)$$

Es ist dabei in Einheiten der 6ten Logarithmen-Decimale gerechnet.

Die drei Dreiecksgleichungen werden nach (6):

$$\left.\begin{array}{ll} b) & v_2 + v_5 + v_6 + v_8 + 0{,}809'' = 0 \\ c) & v_1 + v_3 + v_5 - 1{,}578'' = 0 \\ d) & v_4 + v_6 + v_9 + 1{,}655'' = 0 \end{array}\right\} \quad (8)$$

Endlich die Horizontgleichung:

$$e) \qquad v_7 + v_8 - v_9 - 0{,}100 = 0 \qquad (9)$$

Die Winkelverbesserungen sind hier mit v bezeichnet, wie im allgemeinen die Verbesserungen. In § 57. hatten wir unterschieden *Winkel*verbesserungen δ und *Richtungs*verbesserungen v; es wird kaum nötig sein, zu erklären, dass diese Unterscheidung hier nicht mehr gemacht ist, weil es sich in diesem § 65. überhaupt nur um einerlei Art von Verbesserungen handelt, für welche das allgemeine Zeichen v genommen ist.

Man schreibt die Coefficienten der Bedingungsgleichungen (7) , (8) , (9) nebst den Gewichten in eine Tabelle:

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	w
p	70	7	101	47	85	57	10	28	30	
$\frac{1}{p}$	0,0143	0,1429	0,0099	0,0213	0,0118	0,0175	0,1000	0,0357	0,0333	
1. a	+0,320	−3,419	−4,459	+0,503	. .	. .	. .	+15,105	−2,860	+4,715
2. b	. .	+1	. .	. .	+1	+1	. .	+1	. .	+0,809
3. c	+1	. .	+1	. .	+1	. .	. .	. .	. .	−1,578
4. d	. .	. .	. .	+1	. .	+1	. .	. .	+1	+1,655
5. e	. .	. .	. .	. .	. .	. .	+1	+1	−1	−0,100

(10)

Wenn man nun die Summen $\left[\frac{a\,a}{p}\right] \left[\frac{a\,b}{p}\right]$ u. s. w. bildet, so bemerkt man, dass es von Schwerd mit Einsicht so geordnet wurde, dass zu den grossen Coefficienten auch die grösseren Gewichte kommen. Die Ausrechnung giebt die Normalgleichungen in abgekürzter Schreibweise (nach (2) und (3) unten auf S. 80):

$$\left.\begin{array}{rl} +\underline{10{,}2941\,k_1} + 0{,}0511\,k_2 - 0{,}0396\,k_3 - 0{,}0846\,k_4 + 0{,}6348\,k_5 + 4{,}7150 & = 0 \\ +\underline{0{,}2079\,k_2} + 0{,}0118\,k_3 + 0{,}0175\,k_4 + 0{,}0357\,k_5 + 0{,}8090 & = 0 \\ +\underline{0{,}0360\,k_3} \quad . \quad . \qquad . \quad . \quad - 1{,}5780 & = 0 \\ +\underline{0{,}0721\,k_4} - 0{,}0333\,k_5 + 1{,}6550 & = 0 \\ +\underline{0{,}1690\,k_5} - 0{,}1000 & = 0 \end{array}\right\} (11)$$

Die Auflösung dieser 5 Gleichungen giebt:

$$k_1 = -0{,}3436\ ,\ k_2 = -4{,}0814\ ,\ k_3 = +44{,}7898\ ,\ k_4 = -23{,}2072\ ,\ k_5 = -1{,}8279 \quad (12)$$

Bei der Berechnung der Verbesserungen v folgt man, wie immer, der Tabelle (10) der Bedingungsgleichungen nach Vertikalreihen, z. B.:

$$v_1 = +\frac{0{,}320}{70}\,k_1 + \frac{1}{70}\,k_3 = +0{,}638''$$

$$v_2 = -\frac{3{,}419}{7}\,k_1 + \frac{1}{7}\,k_2 = -0{,}415''$$

. . . .

Die Tabelle aller v nebst ihrer Verwendung zur Verbesserung der gemessenen Winkel zeigt folgendes:

Gemessen	v	Verbessert
$(1) = 81^\circ\, 21'\, 43{,}360''$	$+0{,}638''$	$[1] = 81^\circ\, 21'\, 43{,}998''$
$(2) = 31\ \ 37\ \ 39{,}730$	$-0{,}415$	$[2] = 31\ \ 37\ \ 39{,}315$
$(3) = 25\ \ 16\ \ 28{,}850$	$+0{,}459$	$[3] = 25\ \ 16\ \ 29{,}309$
$(4) = 76\ \ 33\ \ 44{,}650$	$-0{,}497$	$[4] = 76\ \ 33\ \ 44{,}153$
$(5) = 73\ \ 21\ \ 46{,}350$	$+0{,}479$	$[5] = 73\ \ 21\ \ 46{,}829$
$(6) = 67\ \ \ 4\ \ 27{,}960$	$-0{,}479$	$[6] = 67\ \ \ 4\ \ 27{,}481$
$(7) = 28\ \ 25\ \ 42{,}530$	$-0{,}183$	$[7] = 28\ \ 25\ \ 42{,}347$
$(8) = \ 7\ \ 56\ \ \ 6{,}920$	$-0{,}396$	$[8] = \ 7\ \ 56\ \ \ 6{,}524$
$(9) = 36\ \ 21\ \ 49{,}550$	$-0{,}680$	$[9] = 36\ \ 21\ \ 48{,}870$

(13)

Nach Vollendung der Ausgleichung überzeugt man sich zuerst, ob die Bedingungsgleichungen erfüllt sind. Dieses ist der Fall; und man kann nun alle Dreiecksseiten eindeutig berechnen. Die Ergebnisse für 4 Seiten sind:

$$\left.\begin{array}{lll} D\,H = \ \ 4\,962{,}8282^{m} & \text{(Basis)} & \log D\,H = 3.695\,7292\cdot 3 \\ D\,M = 18\,851{,}510 & \pm 0{,}12^{m} & \log D\,M = 4.275\,3461\cdot 4 \\ H\,M = 22\,896{,}729 & & \log H\,M = 4.359\,7734\cdot 4 \\ J\,M = 17\,851{,}153 & \pm 0{,}11^{m} & \log J\,M = 4.251\,6662\cdot 4 \end{array}\right\} \quad (14)$$

(Die bei zwei Seiten angegebenen mittleren Fehler $\pm 0{,}12^{m}$ und $\pm 0{,}11^{m}$ sind aus späteren Berechnungen hergesetzt.)

Zu Genauigkeitsberechnungen übergehend, bilden wir zuerst die Summe $[p\,v\,v]$ unmittelbar aus den einzelnen v und p, und dann zur Kontrolle nach der Formel $[p\,v\,v] = -[w\,k]$ wie aus der Ausrechnung im einzelnen hervorgeht:

	v	v^2	p	$p\,v^2$
1)	$+0{,}638$	0,4070	70	28,49
2)	$-0{,}415$	0,1722	7	1,21
3)	$+0{,}459$	0,2107	101	21,28
4)	$-0{,}497$	0,2470	47	11,61
5)	$+0{,}479$	0,2294	85	19,50
6)	$-0{,}479$	0,2294	57	13,08
7)	$-0{,}183$	0,0335	10	0,34
8)	$-0{,}396$	0,1568	28	4,39
9)	$-0{,}680$	0,4624	30	13,87
			435	113,77
				$= [p\,v\,v]$

	w	k	$-w\,k$
1)	$+4{,}715$	$-\ 0{,}3436$	$+\ 1{,}62$
2)	$+0{,}809$	$-\ 4{,}0814$	$+\ 3{,}30$
3)	$-1{,}578$	$+44{,}7898$	$+70{,}68$
4)	$+1{,}655$	$-23{,}2072$	$+38{,}41$
5)	$-0{,}100$	$-\ 1{,}8279$	$-\ 0{,}18$
			113,83
			$= -[w\,k]$

Man hat in hinreichender Übereinstimmung $[p\,v\,v] = -[w\,k] = 113{,}8$.

Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit wird hieraus:

$$m = \sqrt{\frac{113{,}8}{5}} = \pm 4{,}77'' \quad (15)$$

Es soll noch das Gewicht und der mittlere Fehler der Seite $D\,M$ nach der Ausgleichung bestimmt werden.

Die Seite $D\,M$ wird aus $D\,H$ am kürzesten abgeleitet durch die Gleichung:

$$D\,M = \frac{D\,H}{\sin\,[8]}\sin\,[2] \tag{16}$$

Es ist, wie immer in solchen Fällen, bequemer, zunächst die Funktion zu logarithmieren, d. h. aus (16) zu bilden mit Weglassung des konstanten $D\,H$:

$$F = \log\sin\,[2] - \log\sin\,[8] \tag{17}$$

Die Rechnung geht nun denselben Gang wie in § 62. S. 199. Es wird:

$$f_2 = +\,3{,}419 \qquad f_8 = -\,15{,}105 \tag{18}$$

alle anderen f sind gleich Null. Dann berechnet man:

$$\left[\frac{af}{p}\right] = -\,9{,}82\;,\;\left[\frac{bf}{p}\right] = -\,0{,}05\;,\;\left[\frac{cf}{p}\right] = 0{,}00\;,\;\left[\frac{df}{p}\right] = 0{,}00\;,\;\left[\frac{ef}{p}\right] = -\,0{,}54$$

$$\left[\frac{ff}{p}\right] = +\,9{,}82$$

Diese Glieder setzt man an Stelle der Schlussglieder von (11), eliminiert durch, und findet:

$$\left[\frac{ff}{p}\,.\,5\right] = 0{,}32 = \frac{1}{P} \tag{19}$$

daraus den mittleren Funktionsfehler:

$$M = m\sqrt{\frac{1}{P}} = 4{,}77\sqrt{0{,}31} = \pm\,2{,}66 \text{ Einheiten der 6ten Logarithmen-Stelle,}$$

d. h. $$d\log s = \pm\,0.0000026{\cdot}6 = \frac{\mu}{s}\,d\,s \quad , \quad s = 18852^{m}$$

$$d\,s = \pm\,0{,}115^{m}$$

Also im ganzen hat man die Entfernung:

$$D\,M = 18\,851{,}510^{m} \pm 0{,}115^{m} \text{ (Triangulierungsfehler)} \tag{20}$$

wie auch schon bei (14) angegeben ist.

Dabei ist die Berechnungsbasis $D\,H = 4962{,}8282^{m}$ als fehlerfrei angenommen. Wir wollen nun aber auch noch den mittleren Fehler der Basis selbst berücksichtigen, und seine Fortpflanzung auf die Linie $D\,M$ berechnen.

Der mittlere Fehler der Basis $D\,H$ wurde auf Grund verschiedener Angaben von Schwerd zu $\pm\,9{,}7^{mm}$ geschätzt.

Dieser Fehler vergrössert sich durch trigonometrische Übertragung auf die 18852^{m} lange Linie $D\,M$, so dass er giebt:

$$\frac{18852}{4963}\,9{,}7 = \pm\,36{,}8^{mm} \tag{21}$$

und dazu tritt der Triangulierungsfehler der Linie $D\,M$, welcher nach (20) den Wert $\pm\,115^{mm}$ hat, es ist also der mittlere Gesamtfehler der Linie $D\,M$:

$$= \sqrt{36{,}8^2 + 115^2} = \pm\,124^{mm}$$

Statt (20) werden wir also jetzt schreiben:

$$D\,M = 18\,851{,}510^{m} \pm 0{,}124^{m} \text{ (Gesamtfehler).} \tag{22}$$

Mittlerer Winkel-Fehler für mittleres Gewicht.

In (15) haben wir zwar den mittleren Fehler der Gewichtseinheit $m = \pm\,4{,}77''$ bestimmt, und dieser Wert bildet die Grundlage aller weiteren strengen Genauigkeitsberechnungen, wie an dem Beispiel der Fehlerberechnung (16)—(20) zu sehen ist. Allein jener Gewichtseinheitsfehler m befriedigt nicht den oft auftretenden Wunsch, für die auf der Station im Mittel erreichte Winkelgenauigkeit ein anschauliches Maass zu besitzen. Hiezu dient der mittlere Fehler für mittleres Gewicht, wobei aber das mittlere Gewicht nicht etwa schlechthin als Durchschnittswert $\frac{[p]}{n}$ der 9 Einzelgewichte genommen werden darf, sondern der Definition der Gewichte als Reciproke der mittleren Fehler-Quadrate und dem Princip des mittleren Fehlers selbst entsprechend so zu berechnen ist:

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{p}\right] \tag{23}$$

wo n die Zahl der Einzelgewichte ist. In unserem Falle sind die $\frac{1}{p}$ in der Tabelle (2) angegeben mit der Summe 0,3867, es ist also

$$\frac{1}{g} = \frac{0{,}3867}{9} = 0{,}04297 \quad , \quad g = 23{,}37 \tag{24}$$

und der mittlere Fehler für dieses mittlere Gewicht:

$$\mu = m\sqrt{\frac{1}{g}} = 4{,}77\ \sqrt{0{,}04297} = \pm\, 0{,}989'' \tag{25}$$

Wenn auf jeder Station nicht mehr als die zur Stationsfestlegung selbst erforderliche Zahl von Winkeln gemessen wäre, so *würde* dieses μ auch den mittleren Fehler von mittlerem Gewicht eines auf der Station ausgeglichenen Winkels vorstellen. Es ist aber in unserem Falle auf einer Station, nämlich Mannheim, ein Winkel überzählig (vgl. Horizontgleichung (9)) und deswegen hat unser μ in (25) eine etwas andere Bedeutung, welche jetzt nicht weiter erörtert werden soll. Überhaupt haben wir (25) nur als formelles Rechenbeispiel hier vorgeführt, denn wenn die Winkel absichtlich sehr ungleich gewichtig sind, hat die Rechnung (25) nicht den inneren Sinn, der ihr bei glatten durchlaufenden Ketten oder gleichförmig ausgebreiteten Netzen zukommt.

§ 66. Triangulierungsausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen. Schwerds Basis-Netz.

Wenn schon die Winkelausgleichung des vorigen § 65. nicht ein Beispiel für die laufende Praxis war, so ist das noch weniger der Fall bei einer Dreiecksnetzausgleichung mit Winkeln nach *vermittelnden* Beobachtungen, die wir noch anfügen wollen. Es ist aber wohl nützlich einzusehen, dass man eine derartige Ausgleichung nicht notwendig nach Korrelaten machen muss, sondern dass man auch andere Formen dafür zur Verfügung hat.

Schon in der allgemeinen Theorie § 37. wurde angegeben, dass man Messungen, welche sich zunächst in der Form von bedingten Beobachtungen darbieten, auch auf vermittelnde Beobachtungen reduzieren kann. Ob dieses nützlich ist, kommt auf den einzelnen Fall an; bei unserem Schwerd schen Basisnetz kann man wohl so verfahren, und zwar bekommt man dann nur 4 Normalgleichungen aufzulösen, gegen 5 bei der Korrelaten-Methode. Die Reduktion auf vermittelnde Beobachtungen wird aber auch noch andere Vorteile, bei Genauigkeitsuntersuchungen, bieten.