Handbuch der Vermessungskunde

Jordan, Wilhelm

Stuttgart, 1895

§ 106. Triangulierung der Stadt Hannover (mit Netzbild S. 408-409)

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

§ 106. Triangulierung der Stadt Hannover.

Nachdem mit dem Dreiecksnetz von S. 189 und der Doppelpunkt-Einschaltung von S. 374 die Grundlage für die Stadttriangulierung geschaffen ist, kommt es nur noch darauf an, eine grosse Zahl weiterer Punkte durch Vorwärts- und Rückwärtseinschneiden zu bestimmen.

Dieses wollen wir an dem Netzbilde von S. 408—409 weiter zeigen, indem wir zuerst das frühere Netz von S. 189 und S. 374 in grösserem Massstabe wieder vorführen. Dieses mag als III. Ordnung gelten, während die weiteren einzuschaltenden Punkte, welche auf S. 408—409 nur als Punkte, ohne Sicht-Verbindungen gezeichnet sind, weiter als IV. Ordnung gelten sollen.

Indessen müssen wir hiezu noch manches hinzufügen, was in dem bisher besprochenen System noch nicht inbegriffen ist.

Erstens haben wir auf S. 408—409 als Centralsystem um Linden Wasserturm, ein kleines besonderes Netz, welches schon 1887 für die Stadtvermessung von Linden (links der Leine) angelegt und bereits in unserem II. Bande „Handb. d. Verm., 4. Aufl. 1893“, S. 288 und S. 294 u. ff. beschrieben ist.

Zweitens hat das Netz von S. 374 zwar für die eigentliche Stadt Hannover aber nicht für die nordwestlichen Vororte Leinhausen u. s. w. ausgereicht und es mussten dort noch weitere Punkte der Landesaufnahme zugezogen werden, nämlich Velber, Vinnhorst, Stelingen und Bothfeld I, von denen jedoch nur Velber und Bothfeld I auf S. 408—409 selbst dargestellt ist. Indessen ist leicht einzusehen, dass damit die Verbindung Kunst, Leinhausen, Tannenkamp, hergestellt und alles weitere gesichert war.

Im System Celle der Katasterverwaltung haben wir also nun die 6 Hauptpunkte mit ihren Coordinaten auf S. 207 unten, dann die zusammen eingeschalteten Punkte Hochschule und Dreifaltigkeit in (1) und (1a) S. 383, und von der Landesaufnahme entlehnt die 4 Punkte:

Velber Pyr. II. Ordnung	$L = 27° 18' 45{,}5791''$	$B = 52° 22' 47{,}0583''$	(1
Vinnhorst Fahnenstange	27 22 38,3058	52 25 30,5902	
Stelingen Pyr. II. Ordnung	27 18 32,3673	52 26 53,6458	
Bothfeld I	27 25 55,0686	52 24 14,8752	

(Vgl. hiezu das Netzbild in dem folgenden § 106).

Der Punkt Bothfeld I (im N.O.) wäre nicht nötig gewesen, da er aber in unser Gebiet fällt und von der Landesaufnahme bereits bestimmt ist, wurde er auch als fester Anschluss genommen. Die vorstehenden geographischen Coordinaten wurden nun in das Katastersystem (S. 188) mit dem Nullpunkt Celle, umgerechnet und dabei bei Vinnhorst noch ein Nebenpunkt zugezogen:

Velber Pyr. II. Ordnung	$y = -29679{,}509^m$	$x = -27281{,}934^m$	(2)
Vinnhorst Fahnenstange	$-25252{,}053$	$-22252{,}373$	
„ Schornstein Blitzabl.	$-25221{,}908$	$-22208{,}093$	
Stelingen Pyr. II. Ordnung	$-29883{,}047$	$-19659{,}388$	
Bothfeld I	$-21544{,}773$	$-24610{,}116$	

Bei den Pyramiden gelten diese Coordinaten für die Steinmitte unten; die Pyramidenspitze wurde von uns jeweils durch Auflothen besonders bestimmt, was hier nicht anzugeben ist.

Eingeschnittener Punkt	Anzahl der äuss. Richtungen 1	Anzahl der inn. Richtungen 2	$N = n - u$ 1	$N = n - u$ 2	$[v^2]$ 1	$[v^2]$ 2	$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{N}}$ 1	$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{N}}$ 2	m_y	m_x	mittlere Entfernung
1. Hoftheater . . .	7	7		11		53		±2,2″	±6mm	±12mm	2,6
2. Markt-Turm . . .	8		6		14		±1,5″		4	3	2,3
3. Kreuz- „ . . .	7		5		80		4,0		27	10	2,6
4. Neustädter-Turm .	8		6		32		2,3		12	6	2,5
5. Waterloo-Säule . .	6		4		135		5,8		31	9	1,8
6. Christus-Turm . .	8		6		16		1,8		11	5	3,6
7. Schlachthaus . .	6		4		61		3,9		29	26	3,1
8. Garten-Turm . .	8		6		35		2,4		10	7	2,4
9. Paulus- „ . .	7		5		16		1,8		9	17	2,8
10. Apostel- „ . .	7		5		68		3,7		15	13	2,2
11. Marien- „ . .	8		6		50		2,9		15	11	2,7
12. Langelaube . . .	5		3		39		3,6		19	14	1,3
13. Synagoge	5		3		39		3,6		20	10	1,4
14. Lyceum II. . . .	3		1		13		3,6		20	16	1,3
15. Welfenkaserne . .	7		5		39		2,8		13	12	2,2
16. Kaserne VIII . .	6		4		117		5,4		30	20	2,4
17. Leibniz-Real-Gymn.	7		5		45		3,0		10	9	2,1
19. Brandkasse . . .		9		6		156		5,1	11	5	1,0
20. Aegid. Thorplatz .	1	4		2		50		5,0	5	5	0,3
21. Hildesh. Rampe .		5		2		11		2,3	13	14	1,9
22. Schneller Graben .		7		4		19		2,2	9	12	1,7
23. Wiesenweg . . .		9		6		162		5,2	11	23	1,4
24. Masch		9		6		188		5,6	19	30	0,9
25. Engesohde. . . .		10		7		86		3,5	18	13	1,0
26. Schleuse		9		6		82		3,7	29	25	1,6
27. Landwehrwiesen .		7		4		16		2,0	6	6	1,9
28. Langensalzastr. . .	9		7		86		3,5		4	8	1,2
29. Emmerberg . . .	6		4		67		4,1		6	2	1,0
30. Haarstrasse . . .	4		2		233		10,8		18	10	0,6
31. Hildesheimerstr. .	5		3		300		10,0		5	4	0,8
32. BischofsholerDamm		6		3		20		2,6	23	5	1,6
33. Grosse Bult . . .	1	6		4		100		5,0	10	17	1,2
34. Eilenriede		5		2		24		3,5	16	32	2,0
35. Kasseler Eisenbahn	1	6		4		25		2,5	16	29	1,7
36. Steinweg	2	8		7		96		3,7	7	11	1,5
37. Haspelfeld		7		4		58		3,8	10	22	1,7
38. Henriettenstift I .	9		7		40		2,4		10	6	1,4
39. „ II .	13		11		99		3,0		10	7	1,6
40. Blank Schornstein	11		9		234		5,1		13	7	1,3
41. Dieterich Turm . .	9		7		235		5,8		14	11	1,3
42. „ Schornstein	7		5		106		4,6		12	9	1,2
43. Bürgerl. Bräuhaus	8		6		182		5,5		5	17	1,2
44. Städt. Brauerei I .	13		11		286		5,1		4	8	1,2
45. „ „ II .	6		4		52		3,6		3	12	1,1
46. Ziegeleischornstein	14		12		539		6,7		10	8	1,4
47. Geibelstrasse . . .	9		7		161		4,8		10	13	1,4
48. Friedhof		5		2		39		4,4	11	16	1,0
49. Döhrener Mühlweg		7		4		121		5,5	7	8	0,9
50. Geibelstrasse Stein		6		3		9		1,7	1	3	0,5
51. Grosse Barlinge .	1	6		4		276		9,6	13	24	0,6
52. Questenhorst . .		9		6		434		8,5	25	30	0,8
53. Lehmweg		8		5		65		3,6	8	13	1,3
54. Kinderheilanstalt .	5		3		35		3,4		12	16	1,0
55. Wasserstation N.W.	7		5		54		3,3		10	17	1,5
56. „ S.O.	7		5		22		2,1		6	10	1,5
58. Heidornstrasse . .		10		7		530		8,7	6	5	0,8
59. Bethlehem Cap.. .	4		2		1		0,7		10	5	1,1
60. Kleine Düvelstrasse		7		4		100		5,0	6	3	0,4
61. Kunst	5	8		10		78		2,8	17	16	2,9
62. Palmenhaus (18) .	5	9		11		44		2,0	5	14	3,0
63. Centralheizung . .	6	12		15		163		3,3	14	13	2,9
64. Leinhausen Pfeiler		11		8		72		3,0	40	24	3,7
65. Tannenkamp Pyr. .	4	11		12		183		3,9	15	26	2,8
66. Hainholz Turm .	9		7		296		6,5		23	24	2,7
67. Fuchsberg		9		6		106		4,2	22	19	2,5
68. Heide		7		4		190		6,9	26	28	1,9
69. Stüh		7		4		27		2,6	8	6	1,5
70. Lokomotivschuppen	6		4		27		2,6		14	6	1,5
71. Melanchtonstrasse		9		6		144		4,9	15	16	2,8
72. Rübekamp	1	9		7		123		4,2	8	5	1,4

Eingeschnittener Punkt	Anzahl der äuss. Richtungen 1	Anzahl der inn. Richtungen 2	$N = n - u$ 1	$N = n - u$ 2	$[v^2]$ 1	$[v^2]$ 2	$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{N}}$ 1	$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{N}}$ 2	m_y	m_x	mittlere Entfernung
73. Oppenheim Fahne	7		5		22		± 2,1″		± 9mm	± 7mm	1,9
74. „ Schornst	9		7		55		2,8		10	8	1,7
75. Hainhölzer Rampe		7		4		18		± 2,1″	4	3	1,2
76. Neues Land . . .	1	9		7		235		5,8	20	19	1,6
77. Sandgrube . . .	1	10		8		251		5,6	21	11	1,7
78. Tasch, Schornstein	10		8		162		4,5		10	8	1,4
79. Vorderschönworth	2	7		6		294		7,0	21	39	0,9
80. Fuchsgarten . .		8		5		146		5,4	43	16	2,0
81. Colonnenbrücke .	3	10		10		116		3,4	9	11	1,5
82. Fuhrenkamp . .	1	7		5		130		5,1	5	12	1,9
83. Colonnenweg . .	1	8		6		50		2,9	12	6	1,9
84. Mühlenfeld . . .		8		5		174		5,9	25	22	1,8
85. Biesterstrasse . .	1	6		4		41		3,2	7	40	1,4
86. Lister Kirchweg .	1	6		4		433		10,4	20	78	1,3
87. Feldhagen . . .	2	8		7		175		5,0	13	9	1,5
88. Langfeld II . . .		8		5		68		3,7	13	14	1,8
89. „ I . . .	1	10		8		242		5,5	8	11	1,1
90. VahrenwalderTurm	8		6		294		7,0		11	7	0,6
91. Lichterfeld . . .	1	5		3		39		3,6	8	19	1,3
92. Herrman, Giebel .	6		4		184		6,8		6	20	0,8
93. Schiedsmann . .	5		3		294		9,9		6	16	0,5
94. Grosse Roh . . .	1	6		4		14		1,9	4	9	1,8
95. Rangier-Rampe .		8		5		274		7,4	35	23	1,3
96. Wasserbehälter .		6		3		23		2,8	10	6	1,8
97. Eisenb. Vinnhorst		7		4		46		3,4	9	9	1,5
98. Burgbrücke . . .	1	12		10		302		5,5	11	10	1,5
100. Strangriede . . .	1	8		6		156		5,1	18	11	1,5
101. Simon Turm . .	6		4		64		4,0		9	13	1,3
102. Herrenh. Allee . .		5		2		125		7,9	16	12	1,6
103. Entenfang . . .	1	11		9		795		9,4	20	17	1,2
104. Kirchhof Herrenh.		5		2		58		5,4	37	60	2,5
105. Asphaltschornstein	5		3		63		4,6		52	20	2,4
106. Spargelpflanzung .		9		6		127		4,6	14	37	2,3
107. Brauerei Schornst.	11		9		604		8,2		19	14	1,4
108. Westerfeld . . .	1	9		7		426		7,8	12	12	2,0
109. Leinestein 25 km	2	9		8		328		6,4	14	19	1,6
110. Friedhofkuppel .	10		8		269		5,8		16	11	1,9
111. Stöckener Friedhof		7		4		180		6,7	44	13	2,2
112. Ziegelei Schornst.	11		9		590		8,1		7	15	1,4
113. Blutegelanstalt .		8		5		361		8,5	28	48	2,3
114. Dunstmoor . . .	1	6		4		21		2,3	5	4	1,4
115. Bahnhof Herrenh.	10		8		722		9,5		11	11	0,9
116. Cement-Schornst.	8		6		195		5,7		21	32	2,8
117. Aufsatz Schornst. Stöcken	7		5		266		7,5		30	11	1,3
Summen von 1 bis 117	437	497	280	362	7638	9498	232,2	293,4	1653	1711	1871
18, 57, 99 fehlen, es sind also im Ganzen 114 Punkte. $n = 114$.	934		642		17136		525,6		3364		

Nun wollen wir auf den vorstehenden Tabellen S. 400—401 die Genauigkeitsnachweise für alle diejenigen Punkte geben, welche in den Jahren 1892 und 1893 durch Einschneiden bestimmt worden sind. Es sind das $117 - 3 = 114$ Punkte, welche auch auf dem Netzbilde S. 408—409 gezeichnet sind, und zwar die Hochpunkte (im wesentlichen nur vorwärts eingeschnitten) mit Namen und Nummern, die Bodenpunkte (im wesentlichen nur rückwärts eingeschnitten) nur mit Nummern. Die Sichtlinien selbst für alle diese Punkte in dem kleinen Massstabe 1 : 40 000 unseres Netzbildes einzuzeichnen, wäre völlig unmöglich (es sind 934 Sichtlinien), weil dadurch nur ein verworrenes spinnwebartiges Gebilde erzeugt würde.

Die Nummern geben die Aufeinanderfolge der Einschneideberechnungen, so dass z. B. der Punkt 15. Welfenkaserne nur über Punkten gerechnet sein kann, deren

Nummern kleiner als 15 sind. Dabei sind übrigens die 8 Punkte III. Ordnung vorweg in eckiger Klammer numeriert, z. B. [1] Aegidius, [2] Wasserturm u. s. w. und der Punkt 1. Hoftheater ist also seinerseits nur über solchen eckig numerierten Punkten ausgeglichen, nämlich über allen 7 Punkten III. Ordnung, mit Ausnahme von Burg, also mit 7 äusseren und 7 inneren Richtungen.

Alle diese 114 Punkteinschneidungen sind nach den Formularen von S. 343 und S. 351 berechnet (alles mit dem Rechenschieber), die Ausgleichungen für Vorwärtseinschneiden *und* Rückwärtseinschneiden (äussere *und* innere Richtungen) sind nach dem Muster von § 98. gemacht, wobei die äusseren Richtungen mit halbem Gewichte eingeführt sind. Ein besonderes Schema ist zu solchen kombinierten Einschneidungen nicht nötig, wir nehmen dazu einfach ein Blatt des Schemas S. 343 *und* ein Blatt S. 351, welch letzteres mit kleiner Aenderung des Vordrucks zugleich zur Zusammenfassung dient.

Nach diesem wird die Tabelle S. 400—401 wohl verständlich sein, und wir wollen nun deren Endsummen zu Mittelwerten zusammenfassen.

Im Ganzen haben wir 114 Punkte, indem von der Numerierung 1—117 die Nummern 18, 57, 99 aus hier nicht zu erörternden Gründen für diese Tabelle ausgefallen sind. Dazu gehören 934 Richtungen, es kommen also auf 1 Punkt im Mittel rund 8 Richtungen.

Nach Vorwärts- und Rückwärts-Richtungen verteilt haben wir:

Nur vorwärts eingeschnitten	50	Punkte mit	388	Richtungen	(3)
Nur rückwärts „	35	„ „	256	„	
vorwärts und rückwärts eingeschnitten	29	„ „	290	„	
Summe	114	Punkte mit	934	Richtungen	

Die Zahl der Richtungen, welche auf einen Punkt kommen, ist also für diese 3 Arten bzw. 7,8 , 7,3 und 10,0 oder ziemlich gleich; die vorwärts- *und* rückwärtseingeschnittenen Punkte haben begreiflich am meisten Richtungen. Die grösste Strahlenzahl hat der Punkt 63. Centralheizung mit $6 + 12 = 18$ Richtungen (S. 400).

Die Quadratsummen $[v^2]$, welche bei den einzelnen Ausgleichungen übrig geblieben sind, sind nicht gleichwertig, weil allen äusseren Richtungen halbes Gewicht gegeben ist, weshalb in der Spalte der $[v^2]$ die von den äusseren Richtungen herrührenden Beträge unter 1, die von den inneren Richtungen herrührenden unter 2 auseinandergehalten sind; bei Vor- *und* Rückwärtseinschneiden ist das halbe Gewicht bereits nach dem Beispiel von S. 373 berücksichtigt, also das Ergebnis $[v^2]$ unter 2 zu setzen. Ähnlich verhält es sich mit den einzelnen Nennern $n - u = N$, welche in jedem einzelnen Falle zur Bestimmung des mittleren Richtungsfehlers m führen, der dann aber in der 5. Spalte auch wieder verschiedene Bedeutung hat, während die mittleren Coordinatenfehler m_y und m_x gleichartig sind.

Um einen mittleren Fehler m aus allen 934 gemessenen äusseren und inneren Richtungen zu bestimmen, hat man nun so zu verfahren (vgl. S. 401):

Äussere Richtungen	$[v^2] = 7638$	mit $[N] = 280$	(4)
Innere Richtungen	$[v^2] = 9498$	„ $[N] = 362$	(5)
Äussere Richtungen mit halbem Gewicht	3819	„ 280	(6)
Summe aus (5) und (6)	13317	642	

also mittlerer Fehler einer Richtung vom Gewichte 1 d. h. hier einer inneren Richtung:

$$m = \sqrt{\frac{13317}{642}} = \pm 4{,}56'' \qquad (7)$$

Nun können wir aber auch den mittleren Fehler für die 3 Arten von Einschneidungen getrennt berechnen, und zwar haben wir dazu aus der Tabelle S. 400—401 noch folgende besondere Einteilung gemacht:

Äussere Richtungen			Äussere u. innere Richtungen			Innere Richtungen		
n	N	$[v^2]$	n	N	$[v^2]$	n	N	$[v^2]$
50	280	7638	29	203	5239	35	159	4259

$$m_1 = \sqrt{\frac{7638}{280}} \qquad m_{12} = \sqrt{\frac{5239}{203}} \qquad m_2 = \sqrt{\frac{4259}{159}}$$

$$m_1 = \pm 5{,}22'' \qquad m_{12} = \pm 5{,}08'' \qquad m_2 = \pm 5{,}18'' \qquad (8)$$

Die so erhaltenen Werte m_1 und m_2 sind nahezu gleich, während nach unserer Annahme m_1 zu halbem Gewicht gehört und daher m_1 den $\sqrt{2} = 1{,}4$fachen Betrag von m_2 haben sollte. — Oder kurz unsere Annahme von (1) S. 366, dass die äusseren Richtungen *halbes* Gewicht haben sollen im Vergleich mit den inneren Richtungen, findet sich nach der praktischen Durchführung in 114 Fällen *nicht* bestätigt.

Betrachten wir hiezu das Beispiel von S. 343, S. 351 und S. 373, so hätte man vielleicht schon dort sagen können, dass die äusseren Richtungen S. 343 den kleinen Wert $m = 0{,}8''$ und die inneren Richtungen nach S. 351 den viel grösseren Wert $m = 4{,}0''$ gegeben hatten, dass es also schon auf S. 373 auffällig war, den äusseren Richtungen halbes Gewicht zu geben; allein jenes Beispiel Hochschule (welches in den amtlichen 114 Einschneidungen der grossen Tabelle von S. 400—401 nicht vorkommt) hat auf Hochschule so massenhafte Centrierungen, dass schon aus diesem Grunde die inneren Richtungen ausnahmsweise schlechter werden mussten, und die Zusammenfassung auf S. 373 nur als formelles Rechenbeispiel dienen kann. In den wirklichen Ausgleichungen dieser Art, welche z. B. unter Nr. 61. 62. 63. 65. S. 400 aufgeführt sind, waren die inneren Richtungen glatte Sätze (je 4mal wiederholt), denen in der That ein Vorrang vor den zerstückelt erhaltenen äusseren Richtungen zuzuschreiben war. Indessen sind bei jenen Fällen Nr. 61. 62. 63. 65. u. s. w. auch die äusseren Richtungen bei weitem an *mehr* als je *eine* alte feste Richtung angebunden, und wenn im Mittel $s = 7$ gesetzt wird, so hat man nach (15) S. 361, $P = \frac{7}{8} = 0{,}88$, was allerdings näher bei 1 als bei 0,5 ist.

Dagegen bei den vielen Fällen mit zahlreichen inneren und nur 1 — 2 äusseren Richtungen, welche z. B. unter Nr. 82.—87. S. 401 sich häufen (es sind im ganzen etwa 24 solcher Fälle), war die äussere Richtung, gewöhnlich nur etwa $0{,}5^{km}$ zur Verbindung mit einem Nachbarpunkte, ganz entschieden minderwertig, weil sie häufig gar nicht in einen Hauptsatz eingebunden, sondern nur nachträglich angeflickt war, und auch noch aus einigen anderen Gründen.

Die *grosse* Zahl von Anbindestrahlen, welche in der Gleichung (15) S. 361 bei unserer Hannoverschen *Stadt*-Triangulierung das Gewicht P nahe an 1 bringt, wird bei Triangulierung im freien Felde *nicht* da sein, (vgl. z. B. das Netz im folgenden § 107.) und es wäre also dort das äussere Gewicht 0,5 doch wohl noch aufrecht zu erhalten. — Indessen mag man die Sache nun ansehen wie man will; der aus unseren mühsamen 2jährigen Ausgleichungen von 114 Punkten mit 934 Strahlen zu Tage geförderte Widerspruch zwischen der Praxis und der Theorie von § 97. ist ein wertvolles Ergebnis, welches nicht zu teuer erkauft ist; erst der Besitz solcher mühsam errungener Erfahrungen, — die nicht beliebig auf andere Fälle übertragen werden dürfen, — in Verbindung mit den theoretischen Erwägungen von § 96.—97. verschafft die Möglichkeit eines sicheren Urteils in solchem Falle. —

Indem wir also den mittleren Fehler einer Richtung nach (7) und (8) schlechthin $m = \pm 5''$ haben, müssen wir auch überlegen, wie viel hievon auf nackte Messungsfehler und wie viel auf Centrierungen und auf die fortgesetzte Fehleranhäufung bei der massenhaften Einschaltung und Einschachtelung von 8 Punkten bis schliesslich 114 Punkte zu rechnen ist? Die Messungen für die 114 Punkte sind sämtlich gemacht mit dem kleinen Wanschaff'schen 13^{cm}-Mikroskop-Theodolit, welcher in unserem II. Bande „Handb. d. Verm., 4. Aufl. 1893", S. 184 abgebildet und beschrieben ist. Die Leistungsfähigkeit kann ungefähr entsprechend der Berechnung (1) S. 225 für ein ähnliches Bamberg'sches Instrument genommen werden, wornach der mittlere Fehler einer Richtung in 1 Satze gleich $2''$ zu nehmen wäre; also für 4 Sätze nur gleich $1''$. Allein erstens wird in IV. Ordnung, für Stadtpunkte schon, sozusagen moralisch, nicht so pünktlich gemessen, wie bei III. Ordnung zu einem grundlegenden Netze wie S. 189, dann bringen die Blitzableiter, Fahnenstangen etc. auf kurze Entfernungen schon solch merkliche Störungen hervor, dass der Messungsfehler der einzelnen Stationen nicht unter $2''$—$3''$ zu schätzen sein wird. Wenn dann durch die Hunderte von Anschlüssen an alte feste Punkte, welche in den Einschneide-Ausgleichungen als *fehlerfrei* zählen, während sie doch mit der lawinenartig gehäuften Fehlersumme aller vorhergehenden Einschaltungen behaftet sind — wenn all das den mittleren übrigbleibenden Fehler a posteriori nicht höher als $5''$ hinaufgebracht hat, so dürfen wir wohl die Arbeit unserer 114 Stadtpunkte als gut bezeichnen.

Man kann auch einen mittleren Winkelfehler in gröberer Weise berechnen, es ist nämlich nach der Tabellensummierung auf S. 400—401 der rohe Durchschnittswert aller Werte m gleich $525{,}6 : 114 = 4{,}6''$ und wenn man das mit dem Coefficienten 1,25 (für das Gauss'sche Fehlergesetz) multipliziert, so hat man $5{,}8''$, also wieder nahe dasselbe wie vorher.

Auch die mittleren Coordinatenfehler m_y und m_x wollen wir nur in dieser groben Durchschnitts-Rechnung zusammenfassen, nämlich nach der Tabellensummierung von S. 400—401:

$$\frac{1653}{934} = 17{,}7^{mm} \quad \text{und} \quad \frac{1711}{934} = 18{,}3^{mm}$$

im Mittel 18^{mm} für y und für x, also haben wir den mittleren Coordinatenfehler:

$$m_y = m_x = 1{,}25 \cdot 18 = 22{,}5^{mm} \tag{9}$$

und den mittleren Punktfehler:

$$M = 22{,}5 \sqrt{2} = 32^{mm} \tag{10}$$

Nimmt man ferner den Grenzfehler gleich dem 3fachen mittleren Fehler, so kann man den Grenzfehler rund $= 100^{mm}$ oder $= 1^{dm}$ annehmen und *innerhalb* dieses Betrages werden die Polygonzüge, abgesehen von ihren eigenen Fehlern, schlimmstenfalls anschliessen müssen.

Endlich giebt unsere grosse Tabelle S. 400—401 auch noch die mittleren Entfernungen der einzelnen Ausgleichungen, deren Gesamtmittel wird $1871 : 114 = 1{,}65^{km}$, während die Punkte untereinander nach dem Anblick des Netzbildes S. 408—409 viel geringere Entfernungen, nämlich jedenfalls unter 1^{km} haben. Wenn trotzdem die Zielweite im Mittel wesentlich grösser ist, so kommt das von der eigentümlichen Form eines *Stadt*-Triangulierungsnetzes, wo oft ganz nahe benachbarte Punkte unter sich nicht zusammen gesehen werden können, sondern aus langen Sichten nach entfernten Türmen jeder für sich rückwärts eingeschnitten werden müssen (vgl. über die Anlage im Allgemeinen unseren II. Band „Handb. d. Verm., 4. Aufl. 1893“, S. 329 bis 333, wo auch von einem Teil unserer Punkte von 1892 die Coordinaten angegeben sind.)

Die Zahl der Punkte ist namentlich auf dem südöstlichen Teile des Bildes von S. 408—409 sehr gross, z. B. die Punkte 51. 52. 53. haben Abstände von nur etwa 300^m. Auf besondere Begründung der teilweise engen Punkthäufung kann hier nicht eingegangen werden.

Wir wollen noch einige Kleinigkeiten beifügen:

Die Auswahl der Punkte im Felde, Bodenpunkte und Hochpunkte, haben wir schon in unserem II. Bande „Handb. d. Verm., 4. Aufl. 1893“, S. 329—333 genügend beschrieben. Als Instrument diente uns 1892—1894 der kleine Wanschaff'sche 13^{cm}-Mikroskop-Theodolit, welcher in jenem Bande S. 184 abgebildet und beschrieben ist. In der Regel wurden 4 Sätze gemessen mit Limbusverdrehung von 45° von Satz zu Satz. Ausser dem Verfasser war ein zweiter Beobachter stets mit thätig, so dass abwechselnd der eine mass und der andere schrieb (Feldbuch Band II. S. 262 bis 263), was sehr angenehm ist.

Die Sätze werden im Feldbuche ausgerechnet mit Hilfstafel von Band II. S. [7] und mit Probesummen (Band II. S. 263). Die Messungen pflegen wir schon im Felde beiläufig so zu orientieren, dass Null der Ablesungen etwa nach Norden kommt (Band II. S. 266), weil das nachher beim Rechnen angenehm ist.

Die Mittelbildung aus den 4 Sätzen jeder Station erfordert das Herausschreiben dieser Sätze aus dem Feldbuche auf ein besonderes Blatt (ev. Form 2. der preussischen Anw. IX.), dabei werden alle 4 Sätze auf *einen* Wert des Anfangsstrahls gebracht, damit man aus den Abweichungen an den übrigen Richtungen sehen kann, ob alles genügend stimmt. Die Mittelbildung aus den 4 Sätzen geschieht wieder mit Probesummen.

Dann folgt die Durchrechnung der ganzen in Arbeit genommenen Gruppe nach Näherungs-Coordinaten beim Rückwärts-Einschneiden nach dem Formular von Band II. S. 300, welches die Richtungswinkel $(A\,P)$, $(M\,P)$, $(B\,P)$, bzw. deren Umkehrungen $(P\,A)$, $(P\,M)$, $(P\,B)$ unmittelbar enthält. Noch 1—2 Richtungswinkel nach anderen Punkten werden zur Versicherung dazu gerechnet und damit das betreffende Satzmittel sofort näherungsweise gedreht und orientiert, damit später in der Ausgleichung (S. 351) die gemessenen Richtungen α genähert orientiert verfügbar sind, und die weitere Orientierungs-Verdrehung z nur noch klein wird.

Nachdem so alle Vorwärts- und Rückwärts-Einschneidungen durchgerechnet sind, erfolgt das Auftragen des Netzbildes in 1 : 10000 und *dann* erst kann an das Aufstellen eines guten Ausgleichungsplanes gegangen werden, wobei in der Aufeinanderfolge der Vorwärts- und Rückwärts-Einschneidungen ein weiter Spielraum und Gelegenheit zu zweckmässiger Wahl gegeben ist (Band II. 1893 S. 332).

Das Netzbild in 1 : 10000 giebt auch die Entfernungen s genügend, welche man auf S. 343 und 351 braucht; wenn der Plan nicht zur Hand ist, rechnen wir die s gelegentlich der Ausrechnung der Richtungswinkel (φ) auf S. 342 und S. 350 nebenher. Diese Richtungswinkel (φ) vor der Ausgleichung müssen unabhängig *zweifach* berechnet werden; es ist das der mühsamste Teil der ganzen Arbeit. Hat man einen Hilfsrechner, so ist es das natürlichste, dass zwei Rechner auf unabhängigen Bogen vom Herausschreiben der Coordinaten bis zu den Winkelwerten sich kontrollieren, *ein* Rechner muss stets die (φ) für einige Tage im Voraus rechnen und dann auf neuem Blatte nachholen bis alles stimmt. Wenn nun aber die (φ) zweifach unabhängig berechnet vorliegen, die s etwa einmal mit 4stelligen Logarithmen und ein zweitesmal aus dem Netzbild erhalten sind, dann ist die weitere Rechnung nach den Formularen S. 343 und S. 351 eine leichte Sache; man kann mit wenig Stellen ausreichen, alles mit dem Rechenschieber machen. Beim Rückwärts-Einschneiden ist die Anordnung auf S. 352 unten der üblichen Mittelbildung von S. 351 vorzuziehen. Die Richtungswinkel φ *nach* der Ausgleichung auf S. 342 und S. 350 unten, braucht man nicht wie die (φ) vor der Ausgleichung notwendig zweifach zu berechnen, denn wenn auf den ersten Wurf die Probe [v^2] stimmt, kann man ja wohl annehmen, dass die φ richtig sind; und die Frage, ob auch die $\delta\,\varphi$ besonders berechnet werden sollen, ist schon auf S. 344 und S. 349 erörtert worden. Eine Kleinigkeit kann aber noch über die φ (*nach* der Ausgleichung) gesagt werden. Da, wie schon gesagt, die (φ) *vor* der Ausgleichung ohnehin auf zwei getrennten Blättern berechnet werden müssen, kann man das eine davon in Blei schreiben und nachher durch Abänderung der letzten Stellen mit Tinte für die endgültigen φ benützen. Bei der trigonometrischen Abteilung der Landesaufnahme wird sogar so verfahren, dass die φ gar nicht mehr auf besonderem Blatte gerechnet, sondern nur durch rote Korrekturen der Endziffern in dem früheren Blatte der (φ) hergestellt werden.

Beim kombinierten Vorwärts- und Rückwärts-Einschneiden werden *zwei* Formulare S. 343 und S. 351 zusammen genommen.

Nach der Ausgleichung wird für jeden Bodenpunkt, der noch freie Strahlen abgeben kann, ein Abriss gebildet, welcher den unteren Teil von S. 351 nochmals enthält und dadurch die noch freien Strahlen zum weiteren Vorwärts-Einschneiden mit orientiert, welche dann in einem neuen Schema S. 343 wieder als gemessene Richtung α auftreten.

Mit etwa 4—5 Formularien (mit rotem Vordruck auf weissem Papier, wie neuerdings bei der trigonometrischen Abteilung der Landesaufnahme) reicht man für diese trigonometrischen Rechnungen aus, welche dann für jeden Punkt ein kleines Heft bildend nach der Aufeinanderfolge der Punktberechnungen geordnet und eingebunden werden.

§ 107. Beispiel einer Triangulierung III. Ordnung der trigonometrischen Abteilung der preussischen Landesaufnahme.

Über die Gesamtanlage der Triangulierungen unserer Landesaufnahme haben wir schon manches vorgeführt in unserem III. Bande „Handb. d. Verm.“, 3. Aufl. 1890 S. 133 u. ff., II. Band, 4. Aufl. 1893 S. 337 u. ff.; auch ist hier zu bemerken, dass über den Fortschritt dieser Triangulierung seit 1891 jährliche Berichte mit Übersichtskarten in der „Zeitschr. f. Verm.“ von zuständiger Seite mitgeteilt werden. Aus einem dieser Berichte ist die Übersicht von S. 410 entnommen, welche 63 Messtischblätter mit je 2 Diagonalen darstellt oder da ein Messtischblatt in jener Gegend rund 126 Quadratkilometer enthält, sind im Jahre 1891 zusammen 7938 Quadratkilometer in Triangulierung III. Ordnung aufgenommen worden.

Gehen wir nun näher ein auf die Messungen von Trigonometer Hauptmann Messner 1891, welche auf S. 411 dargestellt sind, so sind das die Flächen von 6 Messtischblättern zwischen 52° 12′ und 52° 30′ Breite und 27° 20′ und 27° 40′ Länge. Nach der Tabelle in unserem III. Bande „Handb. d. Verm., 3. Aufl. 1890“ S. [29] haben diese Blätter folgende Flächen, zwischen den Meridianen und Parallelkreisen gemessen:

$\varphi = 52° 30'$		
	126,06	126,06
52 24		
	126,34	126,34
52 18		
	126,62	126,62
52 12		
	379,02 +	379,02 = 758,04 Quadratkilometer.

Innerhalb dieses mathematischen Rahmens sind 140 Punkte III.—IV. Ordnung, also rund 1 Punkt auf 5—6 Quadratkilometer. Die Sichtlinien sind auf S. 411 nicht alle gezogen, sondern im wesentlichen nur die Sichten III. Ordnung und im Stadtgebiet von Hannover sind nur die Punkte des Partialnetzes, welches wir bereits auf S. 185 und S. 374 gezeichnet und behandelt haben, während die vielen Punkte von