

Astronomische Nachrichten.

Expedition auf der Königlichen Sternwarte bei Kiel.

Herausgeber: Prof. Dr. C. A. F. Peters.

Band 89.

Nr. 2132

20.

Ueber den Genauigkeitsgrad telegraphischer Längenbestimmungen.

In dem Maasse als die Ausführung der Längenbestimmungen fortschreitet, wird auch eine immer wachsende Zahl von Controlbestimmungen erlangt. Gegenwärtig ist die Zahl der Letzteren in Deutschland und Oesterreich bereits gross genug, um innerhalb dieses Gebietes den Versuch einer Ausgleichung des Netzes der Längenbestimmungen zum Mindesten nicht ganz ohne Erfolg vornehmen zu können. Allerdings wird beim gegenwärtigen Stande der Dinge den Verbesserungen, welche die direct gemessenen Längendifferenzen infolge dieser Ausgleichung erfahren, aus dem Grunde nur ein untergeordneter Werth beizulegen sein, weil verschiedene sehr wünschenswerthe Controlbestimmungen noch nicht ausgeführt sind, andere zwar in der Ausführung beendigt, aber deren Resultate theils noch gar nicht, theils nur ihrem angenäherten Betrage nach ermittelt worden sind. Dessen ungeachtet dürfte die Vornahme einer solchen Ausgleichung nicht ganz ohne Werth sein, weil man durch dieselbe wenigstens ein Urtheil über den Genauigkeitsgrad der direct gemessenen Längendifferenzen erlangen und auf schwache Stellen des Netzes aufmerksam werden wird.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend habe ich unter gefälliger Mitwirkung des Herrn Professor Sadebeck eine Ausgleichung des Netzes der Längenbestimmungen zwischen den Stationen, Strassburg, Paris, Mannheim, Bonn, Leiden, Göttingen, Brocken, Leipzig, Berlin, Wien, München, und Bregenz, ausgeführt.

Was die speciellen Stationspunkte betrifft, ist für Strassburg der Pfeiler auf der SW Bastion der Citadelle, für Paris der Meridian von Frankreich, für Mannheim der trigonometrische Punkt auf dem Plateau der Sternwarte, für Bonn das Centrum der Hauptkuppel der Sternwarte, für Leiden dsgl., für Göttingen das Centrum des Reichenbach'schen Meridiankreises, für Brocken der trigonometrische Punkt des geodätischen Institutes, für Leipzig das Centrum der Hauptkuppel der Sternwarte, für Berlin dsgl., für Wien der östliche Pfeiler auf der Türkenschanze, für München das Centrum der westlichen

Kuppel der Sternwarte und für Bregenz der trigonometrische Punkt der österreichischen Gradmessung angenommen.

Es konnte diese Ausgleichung aus dem Grunde nur auf die Längenbestimmungen zwischen den genannten Orten ausgedehnt werden, weil der Natur der Aufgabe nach nur für solche Längenbestimmungen Verbesserungen ermittelt werden konnten, für welche Controlbestimmungen auf anderem Wege ausgeführt vorlagen, und es mussten daher alle deutschen und österreichischen Längenbestimmungen, für welche Controlen fehlten, a priori vom Ausgleichungsverfahren ausgeschlossen werden.

Die grösste Schwierigkeit bei Ausführung einer derartigen Netzausgleichung liegt in Beantwortung der Frage, welche Gewichte man den Resultaten der einzelnen Längenbestimmungen zuertheilen soll. Obwohl die Zeit der Ausführung aller hier in Betracht kommenden Längenbestimmungen auf die letzten 15 Jahre fällt, sind die Methoden doch selbst in diesem kurzen Zeitraume so wesentlich vervollkommenet worden, dass die Annahme gleicher Gewichte jedenfalls unzulässig erscheint. Aber auch wenn man das Gewicht der einzelnen Längenbestimmungen der Güte der angewandten Verfahrensweisen entsprechend bemessen will, fehlt es an jedem positiven Anhalt, wie man die Güte der angewandten Methoden in Zahlwerthen ausdrücken soll. Es bleibt kein anderer Weg übrig, als je nach der Güte der in Anwendung gebrachten Methoden und dem mehr oder minder bedeutenden Umfange der Beobachtungen eine Scala zu entwerfen und dieser entsprechend das Gewicht der einzelnen Bestimmungen festzusetzen. Allerdings hat bei diesem Verfahren die Willkür freien Spielraum; wenn man jedoch die Scala unter sorgfältiger Erwägung aller in Betracht kommenden Umstände unterwirft, steht zu erwarten, dass man auf diesem Wege noch am ersten ein einigermaßen sicheres Mass für die Genauigkeit der einzelnen Bestimmungen erhalten wird. Im vorliegenden Falle aber wird dieses Verfahren um so mehr Anwendung finden können, weil es sich hier nur um eine provi-

sorische Ausgleichung zum Theil selbst nur provisorischer Resultate handelt.

p = 1 Bestimmungen ohne Ausgleich der Stromstärken und ohne Wechsel der Beobachter auf wenige Beobachtungsabende ausgedehnt;

p = 2 Bestimmungen ohne Ausgleich der Stromstärken und ohne Wechsel der Beobachter von gewöhnlichem Umfange der Beobachtungen;

p = 3 Bestimmungen ohne Ausgleich der Stromstärken aber mit Wechsel der Beobachter, oder mit Ausgleich der Stromstärken aber ohne Wechsel

der Beobachter, oder endlich mit Ausgleich der Stromstärken und mit Wechsel der Beobachter aber nur auf eine geringe Zahl von Beobachtungsabende ausgedehnt;

p = 4 Bestimmungen mit Ausgleich der Stromstärken und mit Wechsel der Beobachter auf weniger als 10 Beobachtungsabende ausgedehnt;

p = 5 Bestimmungen mit Ausgleich der Stromstärken und mit Wechsel der Beobachter auf 10 oder mehr Beobachtungsabende ausgedehnt.

Der Ausgleichung sind die folgenden Längendifferenzen zu Grunde gelegt worden:

| | Länge | Jahr | Gewicht | Quelle |
|-------------------|---------------------------------------|--------------|---------|--|
| Strassburg-Paris | — 21 ^m 43 ^s .56 | 1863 | 2 | Déterminations astronomiques des longitudes latitudes et azimuts terrestres en 1863 par Yvon Villarceau, p. 21. |
| Bonn-Leipzig | + 21. 10 69 | 1864 | 2 | Generalbericht über die Europäische Gradmessung für das Jahr 1872, Berlin 1873, p. 52. |
| Berlin-Leipzig | — 4. 0.895 | 1864 | 3 | Provisorischer Werth. Bestimmung der Längendifferenz zwischen den Sternwarten zu Berlin und Leipzig, Leipzig, 1865, p. 73. |
| Berlin-Wien | + 11.46.25 | 1865 | 1 | Bestimmung der Längendifferenz zwischen Berlin und Wien, Leipzig 1871, p. 47 in Verbindung mit der von Herrn Professor v. Oppolzer mitgetheilten Reduction: — 15 ^s .09 vom Laaerberge auf die Türkenschanze. |
| Leipzig-Wien | + 15.47.14 | 1865 | 1 | Bestimmung der Längendifferenz zwischen Leipzig und Wien, Leipzig, p. 65 in Verbindung mit obengenannter Reduction. |
| Leipzig-Leiden | — 31.37.629 | 1867 | 1 | Publication des geodätischen Institutes: Astronomisch-geodätische Arbeiten in den Jahren 1873 und 1874, Berlin 1875, p. 56. |
| Bonn-Leiden | — 10.26 955 | 1870 | 3 | Publication des geodätischen Institutes: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1870, Leipzig 1871, p. 64. |
| Mannheim-Leipzig | + 15.43.481 | 1871 | 3 | Publication des geodätischen Institutes: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1871, Leipzig 1873, p. 58. |
| Mannheim-Bonn | — 5.27.227 | 1871 1876 | 5 | Publication des geodätischen Institutes: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1876, Berlin 1877. Das Resultat der Beobachtungen im Jahre 1876 unter Annahme doppelten Gewichtes mit dem Resultat der Beobachtungen im Jahre 1871 zum Mittel vereinigt. |
| Göttingen-Brocken | + 2.42.220 | 1873 | 3 | Publication des geodätischen Institutes: Astronomisch-geodätische Arbeiten in den Jahren 1873 und 1874, Berlin 1875, p. 52 und 74. |
| Brocken-Leipzig | + 7. 5.587 | 1873 | 3 | |
| Göttingen-Berlin | + 13.48.560 | 1873 | 3 | |
| Leipzig-München | — 3. 7.735 | 1873 | 4 | Bestimmung des geographischen Längenunterschiedes zwischen Leipzig und München, München 1876, p. 65. |
| Paris-Wien | + 56. 0.22 | 1873 | 5 | Verhandlungen der vom 20. bis 29. Sept. 1875 in Paris vereinigten permanenten Commission der Europäischen Gradmessung, Berlin 1876, p. 186 und 226. |
| Wien-Bregenz | — 26.14.78 | 1873 | 4 | Letzterer nur provisorischer Werth. |

| | | | |
|---------------------|-------------|------|---|
| Paris-Bregenz | + 29 45.28 | 1873 | 2 |
| Strassburg-Wien | + 34.16.541 | 1875 | 5 |
| Strassburg-München | + 15.21.413 | 1875 | 5 |
| Wien-München | — 18.55.128 | 1875 | 5 |
| Strassburg-Berlin | + 22.30.227 | 1876 | 5 |
| Strassburg-Mannheim | + 2.45.792 | 1876 | 5 |
| Strassburg-Bonn | — 2.41.445 | 1876 | 5 |

Bei der Festsetzung der Gewichte sind Ausnahmen von der im Obigen angegebenen Regel nur hinsichtlich der Längenbestimmungen: Bonn - Leipzig, Wien - Bregenz und Paris - Bregenz des mehr oder minder provisorischen Characters der angegebenen Zahlen wegen gemacht, sowie hinsichtlich der Längenbestimmungen Strassburg - Wien, Strassburg - München und Wien - München, welche des gleichfalls provisorischen Characters der angegebenen Resultate wegen eigentlich nur das Gewicht 4 hätten erhalten sollen. Da aber die Annäherung eine solche ist, dass die definitive Rechnung aller Wahrscheinlichkeit nach nur Aenderungen im Betrage einiger Tausendel - Sekunden bewirken wird und da die Resultate bereits die sehr geringen Correcturen, die aus der Bedingung des Dreieckschlusses zwischen

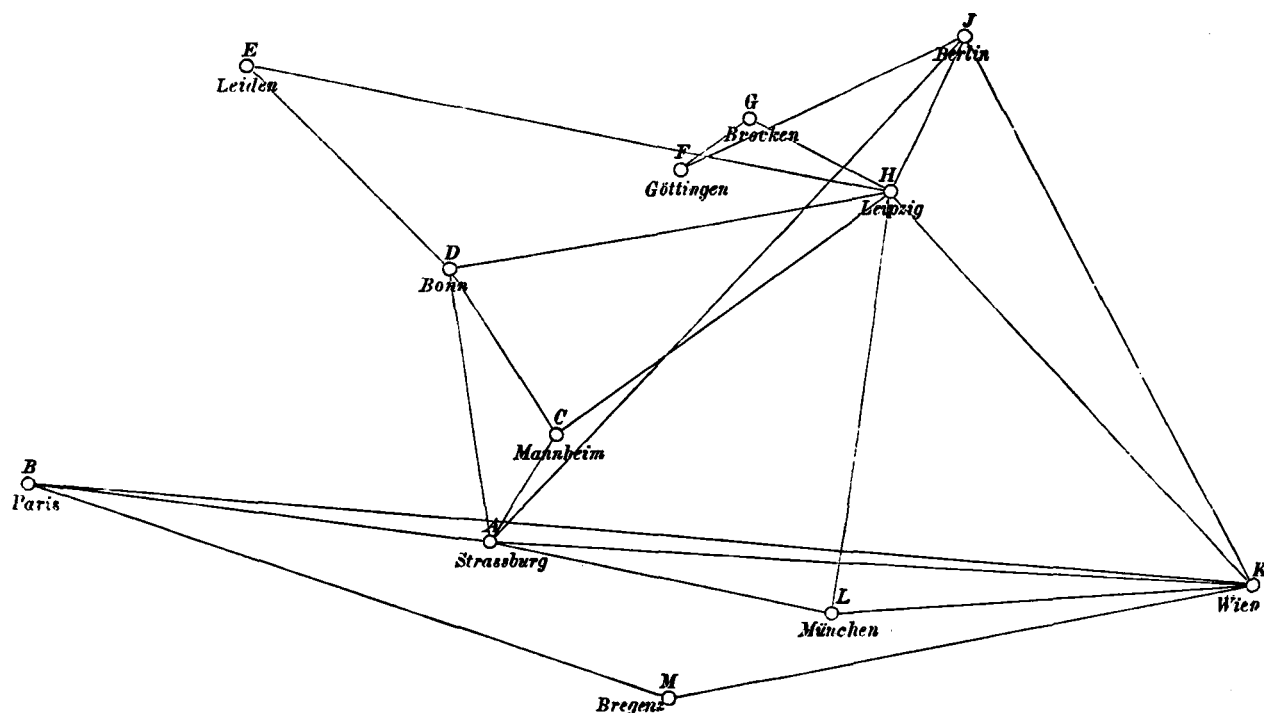
Die Kenntniss dieses nur ganz provisorischen Werthes verdanke ich der gefälligen Mittheilung des Herrn Professor v. *Oppolzer*.

Die Kenntniss dieser provisorischen Werthe verdanke ich der gefälligen Mittheilung des Herrn Oberst *Orff*. An die angegebenen Werthe ist eine von Herrn Prof. v. *Oppolzer* mitgetheilte Reduction von 0.014 auf den östlichen Pfeiler der Türkenschanze bereits angebracht. Publication des geodätischen Institutes: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1876, Berlin 1877.

den genannten Stationen hervorgehen, enthalten, zögerte ich nicht, ihnen das Gewicht 5 zu ertheilen.

Die Resultate der Längenbestimmungen Berlin - Wien und Leipzig - Wien hätten eigentlich mit dem Gewicht 2 eingeführt werden müssen; da jedoch die im Obigen gegebenen Zahlwerthe nicht auf directem Wege ermittelt sind, sondern die auf geodätischem Wege ausgeführte Uebertragung vom Laaerberge nach der Beobachtungsstation auf der Türkenschanze in sich enthalten, fand ich es für richtiger, sie nur mit dem Gewicht 1 einzuführen.

Das Netz der Längenbestimmungen, welches der Ausgleichung unterworfen wurde, ist im Folgenden dargestellt.



Das Ausgleichungsverfahren bestand darin, von den Annahmen:

$$AB = -21^m44^s + (1)$$

$$AC = +2.46. + (2)$$

$$AD = -2.41. + (3)$$

$$AE = -13.8. + (4)$$

$$AF = +8.42. + (5)$$

$$AG = +11.24. + (6)$$

$$AH = +18.29. + (7)$$

$$AI = +22.30. + (8)$$

$$AK = +34.16. + (9)$$

$$AL = +15.21. + (10)$$

$$AM = +8.2. + (11)$$

ausgehend die Bedingungen:

$$AB = -21^m44^s + (1) = -21^m43^s.560$$

$$AC = +2.46. + (2) = +2.45.792$$

$$AD = -2.41. + (3) = -2.41.445$$

$$AI = +22.30. + (8) = +22.30.227$$

$$AK = +34.16. + (9) = +34.16.541$$

$$AL = +15.21. + (10) = +15.21.413$$

$$BK = +56.0. - (1) + (9) = +56.0.22$$

$$+440 = + (1)$$

$$-208 = + (2)$$

$$-445 = + (3)$$

$$+227 =$$

$$+541 =$$

$$+413 =$$

$$+220 = - (1)$$

$$-720 = - (1)$$

$$-227 = - (2) + (3)$$

$$+481 = - (2)$$

$$+45 = - (3) + (4)$$

$$+690 = - (3)$$

$$+629 = - (4)$$

$$+220 = - (5) + (6)$$

$$+560 = - (5) + (8)$$

$$+587 = - (6) + (7)$$

$$-105 = - (7) + (8)$$

$$+140 = - (7) + (9)$$

$$+265 = - (7) + (10)$$

$$+250 = - (8) + (9)$$

$$-128 = - (9) + (10)$$

$$-780 = - (9) + (11)$$

Diese 22 Bedingungsgleichungen führten zu den folgenden 11 Normalgleichungen:

$$+1220 = +9 (1) \quad -5 (9) \quad -2 (11)$$

$$-1348 = +13 (2) -5 (3) \quad -3 (7)$$

$$-4875 = -5 (2) +15 (3) -3 (4) \quad -2 (7)$$

$$-494 = (3) (3) +4 (4) \quad -1 (7)$$

$$-2340 = +6 (5) -3 (6) \quad -3 (8)$$

$$BM = +29.46. - (1) + (11) = +29.45.28$$

$$CD = -5.27. - (2) + (3) = -5.27.227$$

$$CH = +15.43. - (2) + (7) = +15.43.481$$

$$DE = -10.27. + (3) + (4) = -10.26.955$$

$$DH = +21.10. - (3) + (7) = +21.10.69$$

$$EH = +31.37. - (4) + (7) = +31.37.629$$

$$FG = +2.42. - (5) + (6) = +2.42.220$$

$$FI = +13.48. - (5) + (8) = +13.48.560$$

$$GH = +7.5. - (6) + (7) = +7.5.587$$

$$HI = +4.1. - (7) + (8) = +4.0.895$$

$$HK = +15.47. - (7) + (9) = +15.47.14$$

$$HL = -3.8. - (7) + (10) = -3.7.735$$

$$IK = +11.46. - (8) + (9) = +11.46.25$$

$$KL = -18.55. - (9) + (10) = -18.55.128$$

$$KM = -26.14. - (9) + (11) = -26.14.78$$

einzuführen, welche unter Einführung der Tausend-Secunden als Einheit folgende Bedingungsgleichungen ergaben:

$$p = 2$$

$$5$$

$$5$$

$$+ (8) \quad 5$$

$$+ (9) \quad 5$$

$$+ (10) \quad 5$$

$$+ (9) \quad 5$$

$$+ (11) \quad 2$$

$$5$$

$$+ (7) \quad 3$$

$$+ (7) \quad 3$$

$$+ (7) \quad 2$$

$$+ (7) \quad 1$$

$$- (5) + (6) \quad 3$$

$$- (5) + (8) \quad 3$$

$$- (6) + (7) \quad 3$$

$$- (7) + (8) \quad 3$$

$$- (7) + (9) \quad 1$$

$$- (7) + (10) \quad 4$$

$$- (8) + (9) \quad 1$$

$$- (9) + (10) \quad 5$$

$$- (9) + (11) \quad 4$$

$$\begin{array}{rcl}
- 1101 = & & - 3 (5) + 6 (6) - 3 (7) \\
+ 4328 = & - 3 (2) - 2 (3) - 1 (4) & - 3 (6) + 17 (7) - 3 (8) - 1 (9) - 4 (10) \\
+ 2250 = & & - 3 (5) - 3 (7) + 12 (8) - 1 (9) \\
+ 7955 = - 5 (1) & & - 1 (7) + 1 (8) + 21 (9) - 5 (10) - 4 (11) \\
+ 2485 = & & - 4 (7) - 5 (9) + 14 (10) \\
- 4560 = - 2 (1) & & - 4 (9) + 6 (11)
\end{array}$$

durch deren Auflösung man die nachfolgenden Werthe für die Unbekannten erhielt:

$$\begin{array}{l}
(1) = + 380.4 \\
(2) = - 208.1 \\
(3) = - 434.5 \\
(4) = - 381.5 \\
(5) = - 421.3 \\
(6) = - 258.4 \\
(7) = + 271.6 \\
(8) = + 195.7 \\
(9) = + 547.9 \\
(10) = + 450.8 \\
(11) = - 267.9
\end{array}$$

Diese Unbekannten in die obigen Annahmen eingesetzt ergaben resp. auf Strassburg und auf Berlin bezogen folgende definitive Längendifferenzen:

$$\begin{array}{l}
\text{Strassburg-Paris} \quad - 21^m 43^s.620 \\
- \text{Mannheim} \quad + 2.45.792 \\
- \text{Bonn} \quad - 2.41.434 \\
- \text{Leiden} \quad - 13.8.381
\end{array}$$

$$\begin{array}{l}
\text{Strassburg-Göttingen} \quad - 8^m 41^s.579 \\
- \text{Brocken} \quad + 11.23.742 \\
- \text{Leipzig} \quad + 18.29.272 \\
- \text{Berlin} \quad + 22.30.196 \\
- \text{Wien} \quad + 34.16.548 \\
- \text{München} \quad + 15.21.451 \\
- \text{Bregenz} \quad + 8.1.732 \\
\text{Berlin-Strassburg} \quad - 22^m 30^s.196 \\
- \text{Paris} \quad - 44.13.816 \\
- \text{Mannheim} \quad - 19.44.404 \\
- \text{Bonn} \quad - 25.11.630 \\
- \text{Leiden} \quad - 35.38.577 \\
- \text{Göttingen} \quad - 13.48.617 \\
- \text{Brocken} \quad - 11.6.454 \\
- \text{Leipzig} \quad - 4.0.924 \\
- \text{Wien} \quad + 11.46.352 \\
- \text{München} \quad - 7.8.745 \\
- \text{Bregenz} \quad - 14.28.464
\end{array}$$

Setzt man aber die numerischen Werthe der Unbekannten in die Bedingungsgleichungen ein, so erhält man die in der folgenden Uebersicht enthaltenen Werthe:

| | Rechnung | Beobachtung | Rechn.-Beob. |
|---------------------|--|--|-----------------------|
| Strassburg-Paris | - 21 ^m 43 ^s .620 | - 21 ^m 43 ^s .560 | - 0 ^s .060 |
| Strassburg-Mannheim | + 2.45.792 | + 2.45.792 | 0.000 |
| Strassburg-Bonn | - 2.41.434 | - 2.41.445 | + 0.011 |
| Strassburg-Berlin | + 22.30.196 | + 22.30.227 | - 0.031 |
| Strassburg-Wien | + 34.16.548 | + 34.16.541 | + 0.007 |
| Strassburg-München | + 15.21.451 | + 15.21.413 | + 0.038 |
| Paris-Wien | + 56.0.168 | + 56.0.22 | - 0.052 |
| Paris-Bregenz | + 29.45.352 | + 29.45.28 | + 0.072 |
| Mannheim-Bonn | - 5.27.226 | - 5.27.227 | + 0.001 |
| Mannheim-Leipzig | + 15.43.480 | + 15.43.481 | - 0.001 |
| Bonn-Leiden | - 10.26.947 | - 10.26.955 | + 0.008 |
| Bonn-Leipzig | + 21.10.706 | + 21.10.69 | + 0.016 |
| Leiden-Leipzig | + 31.37.653 | + 31.37.629 | + 0.024 |
| Göttingen-Brocken | + 2.42.163 | + 2.42.220 | - 0.057 |
| Göttingen-Berlin | + 13.48.617 | + 13.48.560 | + 0.057 |
| Brocken-Leipzig | + 7.5.530 | + 7.5.587 | - 0.057 |
| Leipzig-Berlin | + 4.0.924 | + 4.0.895 | + 0.029 |
| Leipzig-Wien | + 15.47.276 | + 15.47.14 | + 0.136 |
| Leipzig-München | - 3.7.821 | - 3.7.735 | - 0.086 |
| Berlin-Wien | + 11.46.352 | + 11.46.25 | + 0.102 |
| Wien-München | - 18.55.098 | - 18.55.128 | + 0.030 |
| Wien-Bregenz | - 26.14.816 | - 26.14.78 | - 0.036 |

Die grössten Verbesserungen erfahren die Längenbestimmungen: Leipzig - Wien und Berlin - Wien, die beide ohne Ausgleich der Stromstärken und ohne Wechsel der Beobachter ausgeführt wurden, und bei denen was die erstere Längenbestimmung anlangt, eine ziemliche Unsicherheit in Bezug auf die Annahme der persönlichen Gleichung obwaltet (dieselbe hatte sich aus den Beobachtungen halber Sterne, welche Methode bei Ableitung des Endresultates allein in Berücksichtigung gezogen worden ist, aus den Beobachtungsreihen vor und nach der Längenbestimmung resp. zu: — 0^s.021 und + 0^s.143 ergeben, während die Bestimmungen nach der Methode der Beobachtung ganzer Sterne: — 0^s.039 und + 0^s.224 lieferten und es musste in Ermangelung anderweitiger Anhaltspunkte als Betrag der persönlichen Gleichung das arithmetische Mittel der Resultate der Beobachtungen vor und nach der Längenbestimmung angenommen werden) und was die letzere Längenbestimmung betrifft, wohl mit zu schwachen Strömen operirt worden ist.

Die obigen Verbesserungen sind überdies nur als Näherungswerthe zu betrachten und liegt sonach die Möglichkeit vor, dass bei einer definitiven Ausgleichung des Längenbestimmungsnetzes die Verhältnisse sich wesentlich günstiger gestalten, um so mehr, da ein Theil des Fehlers aller Wahrscheinlichkeit nach auf eine Differenz zwischen der geodätischen und der astronomischen Uebertragung vom Laaerberge nach der Beobachtungsstation auf der Türkenschanze zurückzuführen ist. Uebrigens sind beide Längenbestimmungen bereits resp. im Jahre 1875 und 1876 wiederholt worden; die Resultate dieser neuen Bestimmungen sind indess gegenwärtig noch nicht bekannt

Was die Verbesserungen der übrigen Längenbestimmungen anlangt, möge ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass auf den nicht unbeträchtlichen Werth der Verbesserung der Längenbestimmung: Paris - Bregenz kein Gewicht gelegt werden darf, weil der angegebene Werth von Herrn Professor von Oppolzer ausdrücklich als durch ganz provisorische Reduction erlangt bezeichnet worden ist.

Die Sicherheit der im Obigen erlangten Verbesserungen wird nur an denjenigen Stellen des Netzes eine erhebliche sein können, an welchen vielfache Controlen sich vorfinden; an Stellen hingegen, an denen nur 2 Längenbestimmungen aufeinander treffen, kann der Natur der Aufgabe nach der Fehler sich einfach umgekehrt proportional den Gewichten auf beide Längenbestimmungen vertheilen und wird daher an solchen Stellen am wenigsten Sicherheit beanspruchen können. Ebenso wird bei einem fortlaufenden Längenbestimmungszuge wie z. B.: Berlin - Göttingen - Brocken - Leipzig der Fehler einfach den Gewichten der einzelnen Bestimmungen entsprechend sich auf die einzelnen Längendifferenzen vertheilen und man wird erst durch Hinzutritt anderweitiger Längenbestimmungen die Frage nach der wirklichen Vertheilung des Fehlerbetrages beantworten können.

Jedenfalls geht aus dem Resultate dieser Ausgleichung hervor, dass es sehr vieler Controlbestimmungen und einer möglichst umfassenden Verankerung des Netzes bedarf, um alle Zweifel hinsichtlich der gegenseitigen Lage der einzelnen Stationspunkte beseitigen zu können, und dass man ganz besonders darnach trachten muss, für Längenbestimmungen, für welche Controlen bis jetzt noch nicht vorhanden sind, dergleichen zu schaffen.

Albrecht.

Comet Winnecke b 1877.

Fortsetzung der Ephemeride.

| 12 ^h Mittl. Berl. Zt. | AR. | Mittl. Ort 1877.0. Diff. | Decl. | Diff. | Log. Entfg. von ☿ | von ☾ |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--------------|-------------|----------------------|---------|
| 1877 Mai 19. | 7 ^h 5 ^m 20 ^s | + 18 ^m 17 ^s | + 75° 43' 7" | — 1° 19' 3" | 0.05567 | 0.04139 |
| " 20. | 7.23.37. | 14.59 | 74.24.4 | 1.21.4 | 0.06270 | 0.04479 |
| " 21. | 7.38.36. | 12.26. | 73.3.0 | 1.22.0 | 0.06930 | 0.04823 |
| " 22. | 7.51.2. | 10.27. | 71.41.0 | 1.21.4 | 0.07725 | 0.05171 |
| " 23. | 8.1.29. | 8.51. | 70.19.6 | 1.20.7 | 0.08472 | 0.05523 |
| " 24. | 8.10.20. | 7.37. | 68.58.9 | 1.19.2 | 0.09229 | 0.05877 |
| " 25. | 8.17.57. | 6.37. | 67.39.7 | 1.17.6 | 0.09993 | 0.06233 |
| " 26. | 8.24.34. | 5.48. | 66.22.1 | 1.15.7 | 0.10761 | 0.06593 |
| " 27. | 8.30.22. | 5.7. | 65.6.4 | 1.13.6 | 0.11534 | 0.06955 |
| " 28. | 8.35.29. | 4.34. | 63.52.8 | 1.11.7 | 0.12308 | 0.07319 |
| " 29. | 8.40.3. | 4.6. | 62.41.1 | 1.9.5 | 0.13080 | 0.07683 |
| " 30. | 8.44.9. | + 3.43. | 61.31.6 | — 1.7.5 | 0.13853 | 0.08049 |
| " 31. | 8.47.52. | | + 60.24.1 | | 0.14621 | 0.08417 |

Hamburg 18. Mai 1877.

C. W. Plath.