



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Handbuch der Vermessungskunde**

**Jordan, Wilhelm**

**Stuttgart, 1896**

§. 12. Die Göttinger Basismessung

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83087](#)

*VI. Fortgesetzte Mass-Bestimmungen für den Bessel'schen Apparat.*

In ähnlicher Weise, wie wir im Vorstehenden von der Königsberger Messung beschrieben haben, wurden auch später Mass-Bestimmungen zu den in § 10. S. 67 erwähnten Basis-Messungen gemacht, z. B.:

$$\left. \begin{array}{ll} 1834 & \text{Königsberg } l = 1729,1167^{\prime\prime} - 0,56422 k \\ 1846 & \text{Berlin } l = 1729,0999^{\prime\prime} - 0,55228 k \end{array} \right\} \quad (31)$$

Die nicht unerheblichen Änderungen in diesen Zahlen haben zu der Anschauung geführt, dass die Stangen im Laufe der Jahre ihre molekulare Struktur geändert hätten. („Publik. d. geod. Inst. Massvergleichungen“ I, 1872, S. 38—46, Bericht von General Baeyer). Doch hat sich das bei näherer Untersuchung nicht bestätigt.

Um das Wesentliche der hierauf bezüglichen Fragen anzuführen, reduzieren wir die verschiedenen Formeln (31) auf den *Mittelwert*  $k = 1,4$ , d. h. wir formen so um:

$$\left. \begin{array}{ll} 1834 & \text{Königsberg } l = 1728,3268^{\prime\prime} - 0,56422 (k - 1,4) \\ 1846 & \text{Berlin } l = 1728,3267^{\prime\prime} - 0,55228 (k - 1,4) \end{array} \right\} \quad (32)$$

entsprechend der Formel  $l = L' - m (k - 1,4)$

Nun sind die Absolutglieder fast gleich geworden, während sie vorher bei (31) um 0,0168 Par. Linien = 0,038<sup>mm</sup> verschieden waren.

Die Absolutglieder in (31) gelten für  $k = 0$ , was einer Temperatur von etwa 47° R. entspricht, welche beim Gebrauche nie vorkommt, und deswegen ist die Form (32) mit dem Mittelwert  $k = 1,4$ , entsprechend einer Temperatur von etwa 16° R., zur sachlichen Vergleichung viel mehr geeignet.

Auch die Änderung der Ausdehnungs-Coefficienten  $m, e, z$ , welche sich z. B. zwischen den Jahren 1834 und 1846 als Verkleinerung von  $e$  und  $z$  zeigt, kann ohne die Annahme molekulärer Änderungen erklärt werden.

Eine Eigentümlichkeit des Apparates besteht auch darin, dass die Abnutzung der äusseren Schneiden die Stangen verkürzt, wie immer bei Abnutzung von Endmassen, dass aber eine Abnutzung der inneren Schneiden, zwischen welchen der Temperaturkeil  $k$  (Fig. 4. S. 69) eingelegt wird, die Stangen scheinbar verlängert. Wenn nämlich dieselbe Stangenlänge  $l$  nach der Formel (32) zweifach dargestellt ist

$$l = L' - m (k - 1,4) \quad \text{oder} \quad l = L'' - m (k' - 1,4)$$

und wenn durch Abnutzung der inneren Schneiden,  $k'$  grösser als  $k$  ist, so muss auch  $L''$  grösser als  $L'$  sein. Wenn also z. B. in (32) die beiden Werte  $L' = 1728,3268$  und  $1728,3267$  nach Verlauf von 12 Jahren fast gleich sind, so kann doch die wirkliche Länge  $l$  bei einer bestimmten Temperatur durch Abnutzung der äusseren Schneiden kürzer geworden sein, wenn gleichzeitig eine noch stärkere Abnutzung oder Auseinandertreibung der inneren Schneiden stattgefunden hat.

Man vgl. hierüber „Vierteljahrsschrift der astronom. Gesellschaft“ 1877, S. 150—152, und eine Abhandlung von A. Börsch, „astr. Nachr.“ 99. Band (1881), Nr 2364. Hierauf bezieht sich auch eine Publikation des königl. preuss. geodätischen Instituts, „die Ausdehnungs-Coefficienten der Küsten-Vermessung“ von Dr. Alfred Westphal, Berlin 1881.

## § 12. Die Göttinger Basismessung.

Wie schon früher in § 10. S. 68 berichtet wurde, zeichnet sich die Göttinger Basismessung vom Jahre 1880 vor den früheren mit dem Bessel'schen Apparat ge-

machten Messungen dadurch aus, dass hier zum erstenmal die von General Schreiber vorgenommenen Verbesserungen des Apparates und des Messungs-Verfahrens zur Anwendung kamen.

Verfasser hat damals aktiv an der Basismessung teilgenommen (als Keilleger und Abloter) und hat dadurch umso mehr Veranlassung, diese Messung hier genau zu beschreiben, entsprechend einem bereits in der „Zeitschr. f. Verm.“ 1880, S. 377—403 veröffentlichten Berichte.

Der amtliche Bericht über die Göttinger Basismessung ist enthalten in dem Werke: Die königliche Landestriangulation, Hauptdreiecke VI. Teil, gemessen und bearbeitet von der trigonometrischen Abteilung der Landesaufnahme, Berlin 1894 (Hofbuchhandlung Mittler u. Sohn, Kochstr. 68/70) S. 179 u. ff.

#### I. Gesamt-Anordnung der Basis.

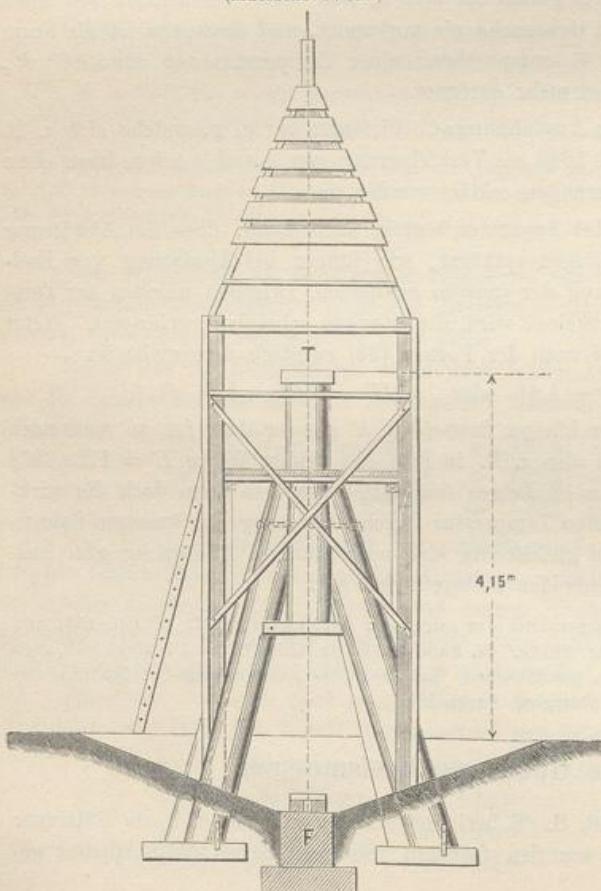
Das Leinethal, in der Gegend von Göttingen, bildet südlich von dieser Stadt genügend festen und horizontalen Boden östlich der Landstrasse. Nach mehrfachen Erkundungen, welche sich namentlich auf ein günstig zu gestaltendes Basisnetz bezogen, wurde diese Gegend gewählt mit einer 5<sup>km</sup> langen Linie. Weitere südliche

Erstreckung der Basis wäre wohl wünschenswert gewesen, wurde aber durch die Boden-Verhältnisse verhindert.

Das Längenprofil der Basis hat in den ersten zwei Dritteln ziemlich horizontale Erstreckung, während im letzten südlichen Drittel eine Ansteigung bis 31<sup>m</sup> über dem Anfang stattfindet. Dort betrugen die Steigungen mehrfach bis zu 3°.

Der nördliche und der südliche Endpunkt werden hinsichtlich ihrer Festlegung und trigonometrischen Bezeichnung durch Fig. 1. veranschaulicht. Die Ablotungen des Instrumenten-Standpunktes T auf den Basispunkt F, beziehungsweise die betreffenden Centrierungen, wurden durch seitlich aufgestellte Theodolite bewirkt, wodurch auch 4 äussere Fundament-Versicherungen beigezogen wurden. Die Länge der Basis wurde vorläufig zu 5193<sup>m</sup> bestimmt und dann in 33 meist

Fig. 1.  
Endpunkts-Pyramide mit Hänge-Pfeiler.  
(Massstab 1 : 100.)



gleiche Teile geteilt durch Anlage von 32 Zwischen-Festlegungen. Hiezu dienten kupferne Bolzen, mit einzusetzenden stählernen in Nadeln endenden Pinnen mit Fundierung in Cement, wie in Fig. 1. unten bei  $F$  angedeutet ist. Hieraus ergiebt sich der mittlere Wert einer Teilstrecke =  $156^m = 10$  Stangenlagen, während die erste und letzte Strecke etwas länger waren.

## II. Gerad-Richtung.

Um die 32 Zwischen-Festlegungen in die Basisrichtung zu bringen, überhaupt um die Basis für die Messung gerade zu stecken, hatte man nach erster vorläufiger Absteckung eine ebenso grosse Zahl von „Galgen“ aufgestellt, je  $15,6^m = 1$  Lage, nach Süden von den Festlegungen entfernt. Die technische Rüstung dieser Galgen, mit  $1,5^m$  tief eingebrochenen und eingerammten Pfählen von  $20^cm$  Dicke, zeigt Fig. 2. Die  $35^cm$  breiten und  $9^cm$  dicken Deckbohlen dieser Galgen dienten bei der durchlaufenden Geradrichtung zum Aufstellen der Theodolite, beziehungsweise der Signalscheiben, beide centrisch über eingeschlagenen Messingpinnen. Zur Auffindung der Lagen für diese Pinnen, d. h. für die eigentliche Geradrichtung wurde im wesentlichen das Verfahren angewendet, Zwischenpunkte durch Messung von  $180^\circ$ -Winkeln einzuschalten, wie wir schon in Band II, 4. Aufl. 1893, S. 693, gezeigt haben.

Es wurde zuerst die Mitte gegen die beiden Endpunkte eingerichtet, dann der erste Viertelpunkt gegen den Anfang und die Mitte u. s. w.

Nach dieser Einrichtung aller Galgenpinnen wurde nochmals zur unabhängigen Versicherung eine durchlaufende Winkelmessung über alle Galgen hinweg, je mit Sichtung auf den vorhergehenden und den nachfolgenden Galgen, vorgenommen, woraus sich durch Rechnung ein Polygon von 32 Brechungspunkten zwischen dem  $0^{ten}$  und dem  $33^{ten}$  Punkte ergab, welches eine grösste (westliche) Abweichung von  $25^{mm}$  ergab, was auf  $5193^m$  Länge ausser Betracht bleibt.

Zwischen je 2 Galgen wurden noch 4 Pflocke (in Abständen von  $33,2^m$ ) geschlagen, zum Spannen einer Schnur, längs welcher die Stangen-Unterlagen vorläufig eingerichtet werden konnten, während die endgültige Einweisung der Stangen selbst von den Galgen aus, beziehungsweise von Zwischenstationen aus, durch Theodolite besorgt wurde. Dabei dienten Zelte von der Form Fig. 3. zum Schutz gegen die Sonne.

Zum Einweisen der einzelnen Stangen dienten die schon früher in § 10. S. 70 erwähnten, in Fig. 3. Seite 68 rechts gezeichneten Aufsatz-Scheibchen. Wir denken uns, der Einweise-Theodolit sei auf einem Galgen (Fig. 2.) oder einer Zwischenstation aufgestellt, und das vordere Ende einer Stange sei bereits durch Fahnenwinken so genau eingewiesen, dass der Faden des Fernrohrs in das mittlere weisse,  $1^m$  grosse Feld der Scheibe fällt. Genauer wird nicht eingewiesen, sondern der noch übrige Rest des Einweisungs-Fehlers wird geschätzt, aufgeschrieben und später in Rechnung ge-

Fig. 2.  
Geradrichtungs-Galgen.  
(Massstab 1:100.)

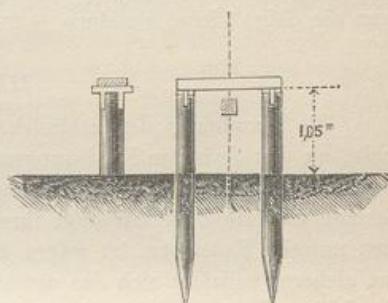
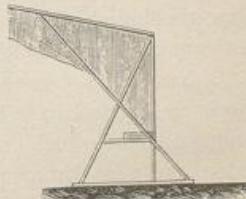


Fig. 3.  
Schutz-Zelt.  
(Massstab 1:100.)



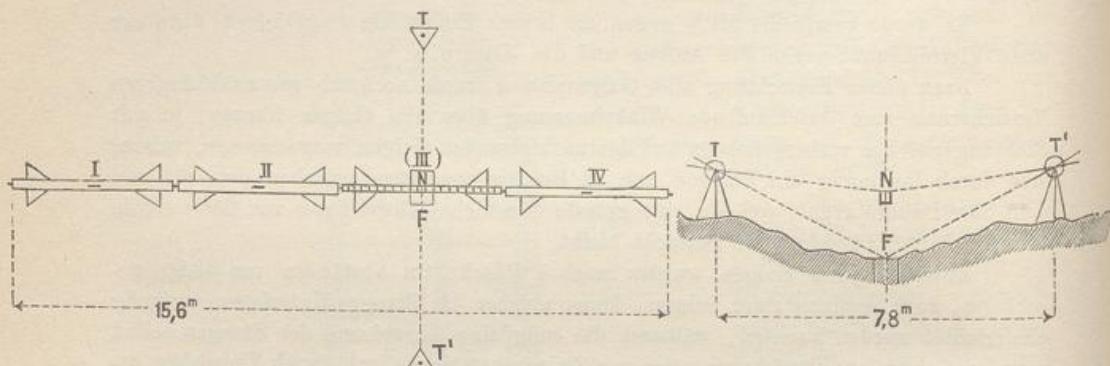
bracht. Wenn zwei aufeinander folgende Stangen-Enden die Ablesungen  $d$  und  $d'$  geben, so ist die zugehörige Geradstreckungs-Reduktion bekanntlich  $= \frac{(d - d')^2}{2l}$ , wenn  $l$  die Stangenlänge selbst ist ( $l = 3,95^m$ ).

Diese Beträge sind immer sehr klein, sie dürfen aber nicht vernachlässigt werden, weil sie sich niemals gegenseitig aufheben, sondern alle in *dieselben* Sinne, nämlich vergrößernd wirken. Die ganze Basis hat etwa 1315 Stangen, folglich, wenn man den Wert  $\pm 2^{mm}$  als mittlere Stangen-Ausweichung und  $0,0005^{mm}$  als mittlere Reduktion annimmt, eine Gesamtreduktion etwa  $= 1315 \times 0,0005 = 0,66^{mm}$  oder etwa 0,13 Milliontel der Länge, ein Betrag, der sich aber sofort auf das Vierfache erhöht, wenn die obige kleine Annahme  $\pm 2^{mm}$  für 1 Stange auf den doppelten Wert kommt.

### III. Ablotungen.

Die Anordnung der zahlreichen Ablotungen, welche an den Endpunkten der Basis, an den Zwischen-Festlegungen und an den Unterbrechungen über Nacht und über Mittag nötig werden, ist von wesentlichem Einfluss auf den Gesamtverlauf der Messung und die Zuverlässigkeit ihrer Resultate. Das unmittelbare mechanische Abloben mittelst Fadenlotes ist wegen der Pendelschwingungen unbequem und ungenau. Viel sicherer vollzieht sich das *optische* Abloten mit Hilfe eines seitlich aufgestellten Theodolits. Dieses wurde schon bei der Braaker Basis angewendet und ist für die Göttinger Basis in die Form gebracht worden, welche wir nun im Anschluss an Fig. 4. beschreiben.

Fig. 4.  
Abloten.



Man hat zu unterscheiden, ob ein Stangenende oder ein Zwischenpunkt einer Stange auf eine Boden-Festlegung abgelotet werden soll; der letztere Fall ist durch Fig. 4. angedeutet.

Es stellt I, II, (III), IV eine Stangenlage vor, es ist aber in diesem Falle (III) keine gewöhnliche Stange, sondern die besondere, mit einer oberen Teilung versehene Festlegungs-Stange, welche hier zur Ablotung auf den Punkt  $F'$  dient.

Nachdem die gewöhnliche Messung bereits über  $F$  hinweggegangen ist, während jedoch die benachbarten Stangen II und IV noch *unverrückt* liegen, wird III vorsichtig herausgenommen und durch (III) ersetzt. Durch Ausziehen von Schlitten-Schiebern hinten und vorn kann man mit dieser Stange (III) die *ganze* Länge zwischen II und IV (nämlich die Länge der Stange III samt den 2 Keilmassen) ausfüllen, und folglich

den Punkt  $F$  als Projektion  $N$  auf der Teilung von (III) angeben. Das hiezu nötige Herauf-Loten von  $F$  geschieht durch 2 seitlich aufgestellte Theodolite  $T$  und  $T'$ . Es empfiehlt sich jedoch, nicht direkt den Auflote-Punkt  $N$  auf der Stange (III) zu bestimmen, sondern durch vorläufiges Herauf-Projizieren einen anderen genäherten Punkt  $N'$  zu ermitteln und dann noch den kleinen Horizontalwinkel zwischen  $F$  und  $N$  genau zu messen und das ihm entsprechende lineare Mass in Rechnung zu bringen.

(Einige dabei zu beachtende Einzelheiten s. „Zeitschr. f. Verm.“ 1880, S. 385 bis 386.)

Da alle diese Ablotungen doppelt, nämlich durch *zwei* symmetrisch seitwärts gestellte Theodolite ausgeführt wurden, ergab sich eine Versicherung unmittelbar. Die 34 Ablotungen der ersten Basismessung gaben eine mittlere Differenz von nur  $1,51''$ , also für das Mittel aus beiden Messungen nur einen mittleren Fehler von  $0,76''$ , was auf  $3,90^m$  Theodolit-Abstand einen mittleren linearen Fehler von nur  $0,014^{mm}$  giebt. Die Instrumente waren  $21^{cm}$ -Mikroskop-Theodolite, sonst zu Triangulationen zweiten Rangs gebraucht.

Zwar sind nicht alle bei den fraglichen Ablotungen mitwirkenden Verrichtungen, Ablesungen an der Stange (III) u. s. w. ebenso genau, doch sind die Ablotungen im Ganzen auf  $0,1^{mm}$  sicher, wobei noch zu beachten ist, dass diese Fehler der Zwischenpunkte sich nicht fortpflanzen und in das Gesamtbasis-Resultat überhaupt nicht eingehen.

In ähnlicher Weise wie diese Ablotungen an den regelmässigen Festlegungen wurden auch die Unterbrechungs-Ablotungen Mittags und Abends gemacht.

#### IV. Die Keilmessung.

Das Einlegen eines gläsernen Messkeiles (vgl. Fig. 4. und Fig. 5. § 10. S. 69) zwischen die Schneiden, und das Ablesen der Teilung ist nicht so einfach, als dieses auf den ersten Blick scheinen könnte; es ist eine gewisse Übung dazu erforderlich. Vor allem muss man sich hüten, den Keil zu stark „einzuschieben“, er soll nur „eingelegt“ werden, wobei die erste Berührung mehr wie eine Art Kleben als wie ein Druck gefühlt werden soll. Wird zu stark eingedrückt, so entstehen erhebliche konstante Fehler, deren Existenz schon die Brüsseler Kommission 1854 fand.

In der Landesaufnahme hat sich eine feine Art der Keillegung seit Bessel und Baeyer durch Tradition erhalten, und die besonderen bei Göttingen angestellten Versuche, über welche wir nachher berichten werden, haben ergeben, dass bei Befolgung dieser vorsichtigen Keillegung die konstanten Fehler äusserst kleine Beträge haben. (S. 82.)

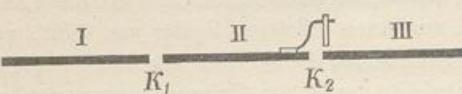
Was zunächst den mittleren unregelmässigen Keillege- und Ablesefehler betrifft, so fand man denselben aus Wiederholungen der Metall-Thermometer-Messungen  $= \pm 1,8'$  und aus Wiederholungen der Intervallen-Messungen  $= \pm 2,3'$ . Hierbei soll mit  $t$  der Wert 0,001 Par. Linie bezeichnet werden; es ist nämlich  $1'$  die letzte noch wahrzunehmende Grösse, welche dem geschätzten Zehntel der Keilteilung entspricht. Diese Genauigkeit von etwa  $\pm 2' = \pm 0,005^{mm}$ , mit freier Hand und mit blossem Auge erreicht, ist sehr überraschend.

Die Metall-Thermometer-Fehler gehen in die Basislänge nur etwa mit ihrem halben Betrag ein, man hat also für eine Stangenlänge nur etwa  $\sqrt{0,92 + 2,3^2} = \pm 2,5' = \pm 0,0056^{mm}$  in Rechnung zu nehmen, oder für  $1^km$  Länge mit rund 250 Stangen den mittleren Messungsfehler  $= \pm 0,0056 \sqrt{250} = \pm 0,09^{mm}$ . Thatsächlich ist der

mittlere unregelmässige Basismessungs-Fehler, aus Doppelmessungen berechnet, etwa  $\pm 1^{\text{mm}}$  für  $1^{\text{km}}$ , d. h. 10mal so gross, als der soeben *a priori* gefolgerte. D. h. der nackte mittlere unregelmässige Keilmessungs-Fehler bildet nur einen verschwindend kleinen Teil der wirklichen Fehler. Erheblichere Beträge werden erzeugt durch Gleiten der Stangen auf ihren Böcken, sowie durch Ungleichheit der Temperaturen in den Eisen- und Zinkstangen.

Zur Bestimmung des Keildrucks wurde die in Fig. 5 angedeutete Einrichtung getroffen, es ist nämlich auf dem rechten Ende der Stange II ein Schrauben-Mikroskop

Fig. 5.



festigt, dessen Gesichtsfeld auf das linke Ende der Stange III hinüberreicht, und eine dort angebrachte feine Teilung einzustellen gestattet. Jede relative Bewegung der zwei Stangen

II und III kann mit dieser Vorrichtung leicht auf  $\pm 0,1^{\circ}$  genau gemessen werden.

Es wurde dadurch gefunden, dass *stärkere* absichtliche Keildrücke zweierlei Wirkung haben, erstens grösstenteils elastisches Zurückgehen, zweitens aber eine dauernde Verschiebung von etwa  $0,4^{\circ}$ .

Die schwachen Keildrücke, wie sie bei der eigentlichen Basismessung vorkamen, hatten eine dauernde Wirkung von nur im Mittel  $0,29^{\circ}$  oder  $0,17$  Milliontel der Länge.

#### V. Temperatur-Verhältnisse.

Temperatur-Bestimmung mit dem Quecksilber-Thermometer findet bei der Besselschen Messmethode unmittelbar nicht statt. Indessen besteht doch ein gewisses Interesse, auch die eigentlichen Stangen-Temperaturen zu kennen, und zu diesem Zweck zuerst eine Beziehung zwischen dem Keilmass  $k$  und dem Temperaturgrad  $R$  eines Quecksilber-Thermometers herzustellen; so hat Bessel in der „Gradm. in Ostpreussen“ S. 29 (vgl. unseren § 11. Gleichung (25) S. 75) für das Mittel der vier Stangen die Beziehung gegeben:

$$k = 2,1249 - 0,045489 R, \quad \text{oder} \quad R = 46,712^{\circ} - 21,983 k$$

wo  $k$  das Keilmass in Par. Linien und  $R$  die entsprechende Quecksilber-Thermometer-Angabe in  $R^{\circ}$  bedeutet.

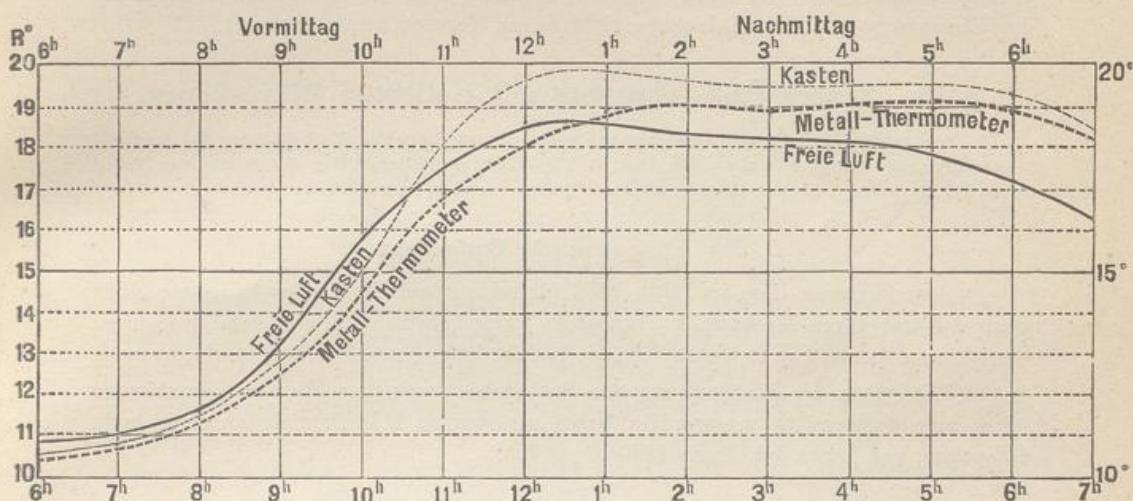
Bei Göttingen machte ich an den 2 Tagen der intensivsten Messung, 17. und 18. August, einige Versuche zur Vergleichung mit Quecksilber-Thermometern.

Es wurden etwa halbstündlich folgende 3 Aufzeichnungen gemacht:

1. Temperatur der freien Luft durch Schleuder-Thermometer.
2. Temperatur des Innenraums der Kästen, an den eingelegten Thermometern durch die Glasverschlüsse abgelesen.
3. Metall-Thermometer-Keilmasse für die 4 Stangen.

Die Verhältnisse waren auch insofern andere, als bei der ersten Königsberger Vergleichung von 1834, als damals die mit heller Ölfarbe angestrichenen hölzernen Stangenkästen unmittelbar den Sonnenstrahlen ausgesetzt wurden, während bei Göttingen die Kästen noch Überzüge von weissem Schirring hatten, welche durch die Erfahrungen bei der Braakschen Messung, 1871, als nützlich erkannt, in der That einen erheblichen Schutz gegen strahlende Wärme gewähren.

Fig. 6.  
Gang der Temperaturen bei der Göttinger Basismessung:  
(Mittel vom 17. und 18. August 1880.)



Die Ergebnisse dieser Vergleichungen sind in vorstehender Fig. 6. dargestellt. Die Original-Beobachtungen hiezu wurden in der „Zeitschr. f. Verm.“ 1880, S. 394 veröffentlicht, und zwar 17. und 18. August 1880 im allgemeinen halbstündlich. Die Beobachtungen dieser zwei Tage wurden zuerst gemittelt und wenig ausgeglichen, wodurch folgende Zusammenstellung erhalten wurde:

Göttingen 17.—18. August 1880.			
Tageszeit	Luft	Kasten	Metall-Thermometer
Morgen	10,7° C	9,9° C	10,0° C
	10,8	10,8	10,6
	11,6	11,6	11,2
	13,1	12,6	12,2
	15,8	14,8	14,2
	17,4	17,8	16,6
Mittag	18,4	19,5	17,8
	18,5	19,7	18,6
	18,3	19,5	19,0
	18,1	19,4	18,9
	18,0	19,5	19,0
	17,7	19,4	19,0
Abend	17,1	19,2	18,8
	16,0	18,4	18,2

Diese Werte wurden nochmals ein wenig graphisch ausgeglichen, und dann wurde die obenstehende Fig. 6. darnach aufgetragen.

Der Gang der Temperaturen ist im wesentlichen dieser: Unmittelbar vor dem Erscheinen der Sonne haben die Luft, der Kasten und die Stangen infolge der nächtlichen Ausgleichung nahezu gleiche Temperatur; sobald die Sonne zu wirken beginnt, hebt sich die Lufttemperatur und *nachfolgend* auch allmählich die Temperatur des Kastens und der Metallstangen; dann beginnt der Kasten nach und nach als Wärmebehälter zu wirken und teilt auch den Stangen seinen Wärmeverrat mit, so dass Nach-

mittags und Abends der Kasten und die Stangen wärmer als die Luft sind. Die Unterschiede zwischen dem Quecksilber-Thermometer und dem Metall-Thermometer, welche über  $1^{\circ}$  gehen, zeigen sich hier deutlich; dagegen über den Temperatur-Unterschied der Eisenstange und der Zinkstange giebt dieser Versuch keine Auskunft.

### § 13. Neuere Basis-Apparate mit isolierten Mikroskopen.

Zur Geschichte und zur Vorgeschichte dieser Apparate berichtet Wolf, *Histoire de l'appareil Ibanez-Brunner*, *Comptes rendus* 112, 1891, S. 370—371 und Hammer, *Zur Geschichte der Basismessung*, „*Zeitschr. f. Verm.*“ 1891, S. 446—448 (Tralles, Hassler, Porro, d'Aubuisson.)

#### I. Der ältere spanische Basis-Apparat.

General Ibanez liess im Jahre 1856 für seine spanische Landes-Aufnahme einen Basis-Apparat durch Mechaniker Brunner in Paris konstruieren, mit dem er mehrere Grundlinien, namentlich im Jahre 1858 die 14 663<sup>m</sup> lange Grundlinie bei Madridejos mass.

Wir geben die Beschreibung des Basisstabes nach dem Werke: „*Expériences faites avec l'appareil à mesurer les bases appartenant à la Commission de la carte d'Espagne*, par Laussedat, Paris 1860“.

Fig. 1.  
Brunner's Basis-Messstange.  
Querschnitte in natürlicher Grösse.

Fig. 1a.  
Feste Verbindung in der  
Mitte.

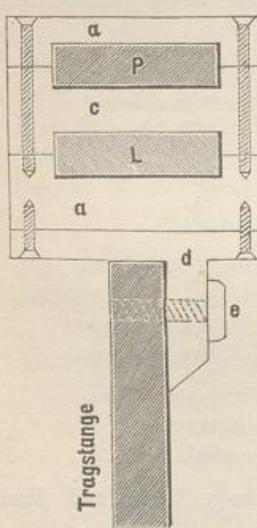


Fig. 1 b.  
Allgemeiner freier  
Querschnitt.

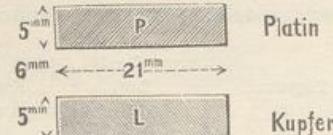
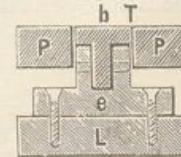


Fig. 1 c.  
Ausdehnungsbestim-  
mung an den Enden.



Die beiden Stäbe von Platin und Kupfer haben gleiche Dimensionen, nämlich wie in Fig. 1 b. angegeben ist, je 21<sup>mm</sup> Breite und 5<sup>mm</sup> Höhe, mit einem Zwischenraum von 6<sup>mm</sup>. Fig. 1 b. zeigt den normalen Querschnitt, wie er überall der Länge nach ist, wo keine Berührung der beiden Stäbe stattfindet.

In der Mitte sind beide Stäbe fest verbunden, wie in Fig. 1 a. angegeben ist; zwei Rahmen *a* mit einem Mittelstück *c* sind seitlich fest zusammengeschraubt und halten damit die Platinstange *P* und die Kupferstange *L* fest zusammen. Fig. 1 a. zeigt auch eine Tragstange, welche der ganzen Länge nach durchgeht, mit einem Querschnitt von umgekehrter **T**-Form, ebenso wie in der späteren Fig. 4. S. 87.

Endlich zeigt noch Fig. 1 c. den Querschnitt an dem einen Ende, wo die gegenseitige Ausdehnung zwischen Platin und Kupfer gemessen wird.

Hier ist der Platinstab in seinem mittleren Drittel durchbrochen und durch ein besonderes **T**-förmiges Platinstück *b* ausgefüllt, das zwischen *P* und *P* lose gleitet, dagegen nach unten fest mit *e* und *L* verbunden ist.