

Der Basisapparat des General Ibanez und die Aarberger Basismessung

Autor(en): **Koppe, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Die Eisenbahn = Le chemin de fer**

Band (Jahr): **14/15 (1881)**

Heft 8

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-9348>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Der Basisapparat des General Ibañez und die Aarberger Basismessung, von Dr. C. Koppe (Fortsetzung). — Zum Durchschlag des Wättinger Kehrtunnels. — Ueber neue Fortschritte der centralen Signal- und Weichenstellungen. — Ueber Wellblech-Constructions. — Necrologie: † Calliat Victor; † Constantin Ton; † Carl Graf. — Vereinsnachrichten: Zürcherischer Ingenieur- und Architektenverein.

Der Basisapparat des General Ibañez und die Aarberger Basismessung.

Von Dr. C. Koppe.

(Fortsetzung.)

Der Zweck der spanischen Messung war in erster Linie die Erklärung des Apparates und Anleitung zum Gebrauche für das schweizerische Personal, welches, bestehend aus acht Genie-Officieren und zehn Unterofficieren derselben Waffengattung, im Auftrage der schweizerischen geodätischen Commission unter Leitung der Herren Professor Hirsch und Oberst Dumur, die weiteren in der Schweiz vorzunehmenden Basismessungen auszuführen haben wird. Es ist unstreitig eine wesentliche Erleichterung, einen Mess-Apparat während sechs Tagen beim Gebrauche sehen und sich alle Einzelheiten desselben erklären lassen zu können. Doch hatte keiner der betreffenden Herren derartige Messungen ausgeführt und daher auch keine Übung im Gebrauche solcher Instrumente. Trotzdem gelang es ihnen von vornherein 800 m in einem Tage zu messen, ohne wesentlich grössere Abweichungen, als wie sie zwischen den zwei spanischen Messungen vorkamen. Dieser Umstand spricht sehr für die practische Anordnung und Einfachheit der Handhabung des ganzen Apparates. Es ist nicht ohne Interesse, sich die einzelnen Eindrücke zu vergegenwärtigen, welche die althergebrachte Vorstellung von der besondern Schwierigkeit genauer Längenmessungen wesentlich modificirte. Zunächst die erstaunten, und wenn auch Niemand den leisesten Zweifel in seine Worte setzte, doch unwillkürlich zweifelhaften Gesichter, als General Ibañez während der Recognoscirungsarbeiten als ganz selbstverständlich erwähnte, er werde mit seinem Apparate jeden Tag und zwar im Laufe des Vormittags 800 m messen und daher die Doppelmessung der ganzen Basis in sechs Tagen beendigen. Erstaunt fragte sich jeder, wie will er das nur fertig bringen! Als dann die Apparate kamen und in kaum fünf Stunden 800 m gemessen wurden, trat die Einfachheit aller Einrichtungen und die musterhafte Organisation des Ganzen deutlich vor aller Augen, nur sagte man sich, zu einer so vollendeten Handhabung der Instrumente gehört gewiss eine eigene Geschicklichkeit und grosse, nur durch vielfachen Gebrauch zu erreichende Übung. General Ibañez hingegen erklärte, nur der erste Versuch werde einzige Schwierigkeiten machen, an den folgenden Tagen aber bereits, wenn auch mit Aufwand von etwas mehr Zeit, ebenfalls 800 m gemessen werden. Am Nachmittage des 27., einige Stunden nachdem die Spanier die zweite Messung beendet hatten, wurden schweizerischerseits die ersten Versuche gemacht. Am folgenden Morgen stellte General Ibañez zu jedem Beobachter einen seiner Officiere und zwar denselben, welcher bei den vorhergehenden Messungen die gleiche Operation ausgeführt hatte, die der betreffende schweizerische Beobachter nun seinerseits vornehmen sollte. Nach etwa 30 Stangenlagen rief er seine Leute zurück, das schweizerische Personal functionirte selbstständig und regelmässig weiter und gross war die Freude, als der erste Fixpunkt mit nur 0,6 mm Differenz gegenüber der spanischen Messung erreicht wurde. Die Zeiten, welche schweizerischerseits auf die Messung der einzelnen Sectionen verwandt wurden, sind in Minuten ausgedrückt folgende:

Section	Dauer
1	300
2	226
3	208
4	205
5	189
6	218

Wie man aus diesen Zahlen sieht, nimmt die Dauer der Messung regelmässig ab. Nur die auf die letzte Section verwandte Zeit ist wieder etwas grösser, weil die Einmessung des Endpunktes der

Basis etwas mehr Zeit in Anspruch nimmt. Die Resultate, zusammengestellt mit dem Mittel der spanischen Messung, sind:

Section	Schweiz. Messung	Mittel der spanischen Messung	Differenz
1	400,0337	400,0331	+ 0,0006
2	400,0324	400,0340	- 0,0016
3	400,0353	400,0349	+ 0,0004
4	400,0519	400,0517	+ 0,0002
5	400,0319	400,0324	- 0,0005
6	399,8980	399,9002	- 0,0022
Basis	2400,0832	2400,0863	- 0,0031

Betrachtet man die drei Messungen als gleichwerthig, so erhält man folgende Zusammenstellung der einzelnen Sectionsmessungen und ihrer Abweichungen von dem gemeinschaftlichen Mittelwerthe:

Section	Resultat	Mittel	Differenz
1	400,0336	400,0333	+ 0,3 mm
	0326		- 0,7
	0337		+ 0,4
2	400,0351	400,0335	+ 1,6
	0329		- 0,6
	0324		- 1,1
3	400,0349	400,0351	- 0,2
	0350		- 0,1
	0353		+ 0,2
4	400,0514	400,0517	- 0,3
	0519		+ 0,2
	0519		+ 0,2
5	400,0322	400,0322	+ 0,0
	0326		+ 0,4
	0319		- 0,4
6	399,9001	399,8994	+ 0,7
	9002		+ 0,8
	8980		- 1,4

Die mittleren Fehler werden für die dreimalige Messung einer Section $m_1 = \pm 0,5 \text{ mm}$
der ganzen Basis $m = \pm 1,2 \text{ „}$

Die dritte Messung hat also den mittleren Fehler des Endresultates weder vermindert noch vermehrt.

Der Ausdehnungscoefficient des Eisens ist nahe $\frac{1}{100\,000}$. Ein Grad Celsius dehnt den Stab um 0,043 mm aus. Dies macht auf die ganze Basislänge etwa 26 mm. Ein Zehntel Grad Aenderung in der angenommenen, mittleren Temperatur ändert daher die Basis bereits um 2,6 mm. Man sieht hieraus, welche Sorgfalt auf die richtige Bestimmung der Temperatur des Stabes verwandt werden muss. Die vier Thermometer sind daher genau calibrirt und ihre Nullpunktcorrection wird vor jeder Basismessung neu bestimmt. Die mittleren Temperaturen während der Messung der einzelnen Sectionen waren:

	I	II	III
1	16,5 ⁰	17,7 ⁰	16,4 ⁰
2	18,0	22,0	22,3
3	16,6	16,3	17,0
4	22,5	23,8	24,7
5	15,6	15,5	16,4
6	19,3	18,9	24,0

Bildet man die Differenzen dieser Temperaturen und stellt ihnen die Differenzen der Messungsergebnisse gegenüber, so erhält man folgende Zusammenstellung:

	I—II		I—III		II—III	
	Δt	ΔM	Δt	ΔM	Δt	ΔM
1	- 1,2 ⁰	+ 1,2 mm	+ 0,1 ⁰	- 0,1 mm	+ 1,3 ⁰	- 1,1 mm
2	- 4,0	+ 2,2	- 4,3	+ 2,7	- 0,3	+ 0,5
3	+ 0,3	- 0,1	- 0,4	- 0,4	- 0,7	- 0,3
4	- 1,3	- 0,5	- 2,2	- 0,5	- 0,9	+ 0,0
5	+ 0,1	- 0,4	- 0,8	+ 0,3	- 0,9	+ 0,7
6	+ 0,4	- 0,1	- 4,7	+ 2,1	- 5,1	+ 2,2

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, dass die mittleren Temperaturen, bei welchen die einzelnen Sectionen gemessen wurden, Unterschiede bis zu 4⁰ und 5⁰ zeigen. Da, wo die Temperatur-

unterschiede am bedeutendsten sind, nämlich bei Section 2 und Section 6, fallen auch die Unterschiede der Messungsergebnisse am grössten aus und zwar in dem Sinne, dass bei der höheren Temperatur das kleinere Maass erhalten wurde. Man könnte daraus schliessen wollen, dass beim raschen Steigen der Temperatur, bei der dritten Messung der Section 6 z. B. von 21⁰ auf 28⁰ die Thermometer langsamer folgen, als die Messstange selbst und dass daher die für die abgelesene Temperatur angebrachte positive Correction zu klein war.¹⁾ Man könnte nun weiter den Einwurf machen, da nur im Laufe des Vormittags gemessen wurde, so wird die Temperatur vermuthlich stets im Steigen gewesen sein und es könnten daher alle Messungen im gleichen Sinne beeinflusst sein. In Wirklichkeit ist aber einerseits bei der dritten Messung auch Nachmittags beobachtet worden und dann war die Temperatur bei den beiden ersten Messungen auch nicht immer im Zunehmen begriffen, wie aus folgender Zusammenstellung der Anfangs- und der Endtemperatur bei der Messung der einzelnen Sectionen hervorgeht:

	I	II
1	16,8 ⁰ — 17,6 ⁰	16,5 ⁰ — 19,3 ⁰
2	18,4 — 17,4	20,3 — 23,5
3	15,3 — 20,2	14,9 — 20,5
4	21,2 — 23,6	22,3 — 26,1
5	15,7 — 15,4	16,3 — 16,7
6	15,8 — 22,8	17,9 — 20,4

Für Section 2 und 5 hat hiernach bei der ersten Messung eine Abnahme, bei der zweiten eine Zunahme der Temperatur stattgefunden. Bei Section 6 betrug die Zunahme der Temperatur bei der ersten Messung 7⁰, bei der zweiten nur 2,5⁰; *trotz dieses erheblichen Unterschiedes in der Temperaturzunahme ergaben beide Messungen bis auf 0,1mm dasselbe Resultat.* Ein Einfluss der raschen Temperaturzunahme auf die Resultate der Messung lässt sich also aus der Zusammenstellung der beobachteten Temperatur- und Messungsunterschiede nicht schliessen. Wenn man bedenkt, dass 1⁰ C. Aenderung der mittleren Stangentemperatur die Länge einer Section um 4—5 mm ändert, so darf man aus den mitgetheilten Zahlen wohl den Schluss ziehen, dass die Thermometer die mittlere Temperatur der Messstange stets sehr nahe richtig haben erkennen lassen und dass die durch Unsicherheit der Temperaturbestimmung erzeugten Fehler als *zufällige* Fehler mit in Rechnung gegangen sind. Die Thermometer sind direct in Fünftel Grade getheilt und lassen die Zehntel vollkommen sicher erkennen; ihre Calibrirung und Nullpunktscorrection lassen sich mit jeder wünschbaren Schärfe bestimmen.²⁾ Wollte man auch schliesslich daran festhalten, dass der Umstand, dass vorzugsweise bei zunehmender Temperatur gemessen wurde, einen constanten Fehler verursacht haben *könne*, so kann dieser doch nur so klein ausgefallen sein, dass er bei Beurtheilung der Genauigkeit der ganzen Messung nicht wesentlich berücksichtigt zu werden braucht. Noch klarer wird man über den Einfluss der Temperatur auf die Messungsergebnisse urtheilen können, wenn man bei den weiteren Basismessungen die Beobachtungen absichtlich so anordnet, dass sie theils bei zunehmender, theils bei abnehmender Temperatur stattfinden.

Man kann noch fragen, warum nicht, wie sonst üblich, zur Ermittlung der Temperatur der Stange ihre eigene Ausdehnung benutzt wird. Hierbei ist zunächst zu berücksichtigen, dass, wenn die Messstange aus zwei Metallen, z. B. Eisen und Zink, wie bei Bessels Apparat, besteht, ein Fehler veranlasst durch 1⁰ Temperaturunter-

¹⁾ Wenn man sich denkt, die Messstange passe genau zwischen zwei Punkte, so wird die Entfernung zwischen diesen um so grösser erhalten, je höher man die Temperatur des Stabes annimmt. Da die Messstange mit der äussern Luft in unmittelbarer Berührung, das Thermometer hingegen durch eine Glasplatte, gleichsam ein Doppelfenster, von ihr getrennt ist, so wäre ein Zurückbleiben der Thermometer bei Temperaturschwankungen, wenn auch unwahrscheinlich, so doch nicht undenkbar.

²⁾ Die Erscheinung, dass die beiden Male, bei denen es vorkommt, dass der absolute Werth der mittleren Temperatur 4—5⁰ verschieden ist, bei der mehrmaligen Messung derselben Section, nämlich bei 2 und 6, dass hier bei der höheren Temperatur um etwa 2 mm kleinere Werthe erhalten wurden, lässt sich auch durch die Annahme erklären, dass die Thermometer die höhere Temperatur im Mittel um einen halben Grad zu niedrig oder die niedrigere um ebenso viel zu hoch gezeigt haben. Diese Annahme ist aber durch die genaue Justirung der Thermometer ausgeschlossen. Ein solcher Fehler der Thermometer kann zudem hier gar nicht in Betracht gezogen werden, da es ja nur Sache des Beobachters ist, ihn durch genaue Vergleichung zu beseitigen.

schied zwischen der Eisen- und der Zinkstange nahe den doppelten Einfluss hat, als wenn die Quecksilber-Thermometer die mittlere Temperatur der Eisenstange um 1⁰ zu hoch oder zu tief angeben, weil sich das Zink um drei bis vier Mal mehr ausdehnt, als wie das Eisen. In einem sehr interessanten Berichte des Hrn. Professor Jordan (Zeitsch. für Verm., Octoberheft 1880) über die im August v. J., also zu gleicher Zeit, unter Leitung des Hrn. Oberstlieutenant Schreiber vom preussischen Generalstabe, bei Göttingen mit dem Bessel'schen Basisapparate ausgeführte Messung wird mitgetheilt, dass der besprochene Temperatureinfluss für 1⁰ R. eine Längenänderung von 0,000023 oder 23 Millionteln der Länge verursacht. Es heisst dann weiter: „Hieraus kann man schliessen, dass die aus der Unsicherheit der Eisen- und Zinkstangen-Temperaturen entspringenden Fehler mit den eigentlichen Messungsfehlern sehr in Concurrenz treten,“ und Herr Oberstlieutenant Schreiber theilt an gleicher Stelle mit: „Das Zink eilt stets voran, mag die Temperatur zu- oder abnehmen. Die aus der Unsicherheit der Temperaturen beider Stangen entspringenden Fehler sind so erheblich, dass man für viele Strecken das Zeichen der Differenz I. Messung — II. Messung vorhersagen kann, wenn man nichts weiter kennt, als die Metallthermometer-Messungen.“

Bei Bessels Apparate sind die beiden Metallstangen in hölzerne Kästen eingeschlossen, die den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt werden. Bei dem Ibañez'schen Apparate wird die Messstange frei benutzt, aber die Messung geschieht im Schatten der Zelte. Bei der von Bessel ausgeführten Basismessung in Ostpreussen, sowie auch bei der vorhin erwähnten Basismessung bei Göttingen lagen in dem Kasten neben den Metallstangen auch Quecksilberthermometer. Bei beiden Beobachtungen zeigte sich, dass bei Erwärmung des Kastens die Thermometer *rascher* folgten, als wie die Metallstangen. Diese Erfahrung macht die schon an und für sich sehr unwahrscheinliche Annahme, dass bei der Aarberger Basismessung die massive Eisenstange den Temperaturschwankungen rascher gefolgt sei, als die Thermometer, noch unhaltbarer. Man kann daher gegenüber den oben mitgetheilten Erfahrungen mit dem Bessel'schen Apparate nur sagen *bei der dreimaligen Messung der Aarberger Basis hat sich ein erheblicher Einfluss der Temperaturschwankungen auf die Resultate der Messungen nicht zu erkennen gegeben.* Auffallend ist, dass 75% der zusammengehörigen Temperatur- und Messungsdifferenzen ungleiches Vorzeichen haben, in ebenso vielen Fällen also der höheren Temperatur ein kleineres Maass entspricht und umgekehrt.

Bei der Wichtigkeit der Temperaturfrage für die Basismessungen möchte ich mir erlauben noch die Antwort mitzutheilen, welche General Ibañez so freundlich war, mir auf eine dieserhalb an ihn gerichtete Frage zu geben. Dieselbe ist zugleich sehr interessant behufs Vergleichung der jetzigen einfacheren Form seines Apparates mit der früheren complicirteren, und lautete etwa folgendermassen: „Die einfache Einrichtung meines Apparates und die Art seiner Anwendung ist das Ergebniss der Erfahrungen, welche ich bei neun in Spanien ausgeführten Basismessungen zu machen Gelegenheit hatte. Bei meinem ersten Apparate waren alle denkbaren Correctionsvorrichtungen angebracht. Die Messstange bestand aus zwei Metallen, deren Längenunterschied in Folge verschiedener Ausdehnung durch die Wärme mit einer Micrometerschraube gemessen wurde. In gleichen Intervallen eingelassene Quecksilberthermometer lieferten eine zweite, von der ersten unabhängige Bestimmung der Temperatur. Es zeigte sich schliesslich, dass die Quecksilberthermometer die Temperatur der Messstange leichter und besser bestimmen lassen, als das Metallthermometer und deshalb habe ich erstere allein beibehalten. . . . Die Sucht, jedes Maass und jede Correction gesondert mit der Micrometerschraube messen zu wollen, wie wir es erst-mals thaten, führt zu grossem Zeit- und Arbeitsaufwande ohne reellen Gewinn an Genauigkeit und grössere erreichbare Vortheile gehen durch die complicirte Art und längere Dauer der Messung verloren. Das beste Mittel, dem Anhäufen der Beobachtungsfehler in ausgedehnten Dreiecksnetzen entgegen zu arbeiten, ist die Messung einer ausreichenden Zahl von Grundlinien. Dieses Mittel kann aber um so eher in Anwendung gebracht werden, je mehr der Messapparat mit einfacher Einrichtung und Handhabung ausreichende Genauigkeit der Resultate verbindet.“

(Schluss folgt.)