

§. 5. Bestimmung der Länge der Mefsstangen.

Die beiden Toisen, mit denen die Mefsstangen verglichen wurden, gehören, wie oben erwähnt, dem Herrn Conferenzzrath *Schumacher* in Altona. Die eine ist 1821 von Herrn *Fortin*, die andere 1831 von Herrn *Gambey* verfertigt. Es sind dieselben, welche *Bessel* unter der Bezeichnung *F* und *G* mit seiner Toise, die er mit *P* bezeichnete, verglichen hat. (Darstellung der Untersuchungen und Mafsregeln, die durch die Einheit des Preussischen Längenmafses veranlaßt worden sind. Seite 32).

Nach *Bessel's* Angabe an dem bezeichneten Orte ist:

$$F - P = + 0,00333$$

$$G - P = - 0,00390$$

Nach Seite 22. der Gradmessung in Ostpreussen ist für das Centesimal-Thermometer

$$P = 863,835384 + C. 0,0100811$$

Man erhält daher:

$$F = 863,838714 + C. 0,0100811$$

$$G = 863,831484 + C. 0,0100811$$

$$F + G = 1727,670198 + C. 0,0201622 = 2 T$$

Die Vergleichung selbst wurde an einem Tage, wo die Temperatur im Zimmer nur wenig von der Normal-Temperatur der Toisen abwich, in folgender Art ausgeführt:

Zuerst wurde eine Unterlage mit zwei parallelen Rinnen in der Oberfläche, in denen 8 messingene Rollen zur Aufnahme der Toisen liefen, so auf den Comparateur gebracht, daß die Axen der Toisen, wenn sie auf die Rollen gelegt wurden, in der Axe der Cylinder *c* waren, welche sich (Fig. 1.) an den Enden des Comparateurs befinden. Die Axen der Rollen wurden, vermittelst eines ausgespannten Fadens, und durch Vertiefen oder Ausfüllen der Rinnen mit Papierstreifen, in eine Ebene gebracht. Der Spielraum der Rollen in den Rinnen war nur gering, aber doch nicht ausreichend, um bei dem Aneinanderschieben der Toisen versichert zu sein, daß die Axen derselben eine gerade Linie bildeten. Diese Abweichung von der geraden Linie, welche sich bei 6 Fufs langen Stäben mit hinreichender Sicherheit nach dem Augenmafs beurtheilen läßt, wurde in der Art verbessert, daß zwei Beobachter sich

an den Enden des Comparateurs aufstellten, und ein dritter in der Mitte, nach ihrer Anweisung, die Richtung so lange verbesserte, bis beide Beobachter an den Enden über die geradlinige Lage der Toisen einig waren, welches immer sehr bald erfolgte. Hierauf hielt der Beobachter in der Mitte beide Toisen in Contact, während die beiden anderen an den Enden des Comparateurs die Zwischenräume durch das Einschieben der Glaskeile ablasen, dann ihre Plätze wechselten und abermals ablasen. Bei diesen Einrichtungen, so wie bei der Vergleichung der Toisen selbst, hat Herr Mechanikus *Baumann* uns sehr bereitwillige und wesentliche Hülfe geleistet. Nachdem diese Vorbereitungen getroffen, und versuchsweise einige Vergleichen durchgemacht waren, wurden die Toisen, die vorher schon mit feinem Tuch überzogen waren, wie *Bessel* in der Gradmessung es angiebt, in einen mit luftfreiem destillirtem Wasser gefüllten Trog gelegt, und einige Tropfen kaustisches Kali in das Wasser geträpelt um das Rosten zu verhindern. Zwei Normal-Thermometer, welche die Herren *Pistor* und *Martins* zu diesem Zweck geliehen hatten, dienten zur Bestimmung der Temperatur der Toisen in ihrem Bade; diese Temperatur war mit der des Zimmers sehr nahe gleich, denn das Wasser hatte schon mehrere Tage in verschlossenen Flaschen im Zimmer gestanden und die Temperatur desselben angenommen.

Nach Verlauf von etwa einer Stunde, wo man glaubte annehmen zu können, daß die Temperaturen der Toisen und des Wassers sich hinreichend ausgeglichen hätten, wurden die Toisen zur wirklichen Vergleichung aus dem Bade auf den Comparateur gebracht, und in der oben angegebenen Weise die Zwischenräume, zwischen den festen Keilen des Comparateurs und den Schneiden der Cylinder, abgelesen. Diese Operation dauerte selten über zwei Minuten. Nachdem sie beendigt war, wurden die Toisen wieder in ihr Bad gelegt, die Unterlage von dem Comparateur heruntergenommen, und die Stange *N^o I.* aufgelegt und verglichen. Nachdem die Stange wieder fortgenommen war, wurde die Toise noch einmal auf den Comparateur gebracht, aber so, daß die Flächen, welche früher auf den Rollen lagen, nun nach oben zu liegen kamen.

Diese drei Operationen zusammen bilden eine Vergleichung, deren 10 ausgeführt wurden, die in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind. Die Temperatur *C* ist nach der 100theiligen Scala angegeben.

I. §. 5. Bestimmung der Länge der Meßstangen.

	C	$2 T$	$n \text{ und } n'$	a	
	$\overset{\circ}{C}$	$\overset{L}{L}$	$\overset{L}{L}$	$\overset{L}{L}$	
1.	Toisen	15,700	1727,9867	3,5507	1,5467
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5485
	Toisen	15,800	1727,9888	3,5491	
2.	Toisen	15,900	1727,9908	3,5498	1,5421
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5527
	Toisen	16,000	1727,9928	3,5517	
3.	Toisen	15,975	1727,9923	3,5533	1,5487
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5579
	Toisen	16,025	1727,9933	3,5505	
4.	Toisen	16,075	1727,9943	3,5500	1,5512
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5551
	Toisen	16,100	1727,9948	3,5505	
5.	Toisen	16,150	1727,9958	3,5517	1,5466
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5524
	Toisen	16,250	1727,9978	3,5525	
6.	Toisen	16,300	1727,9988	3,5500	1,5426
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5514
	Toisen	16,325	1727,9993	3,5507	
7.	Toisen	16,350	1727,9998	3,5520	1,5360
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5564
	Toisen	16,425	1728,0014	3,5555	
8.	Toisen	16,475	1728,0024	3,5514	1,5320
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5539
	Toisen	16,500	1728,0029	3,5539	
9.	Toisen	16,525	1728,0034	3,5518	1,5300
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5521
	Toisen	16,575	1728,0043	3,5546	
10.	Toisen	16,625	1728,0054	3,5534	1,5295
	\mathcal{N}° I...	.....	.....	3,5521
	Toisen	16,675	1728,0064	3,5529	

Hieraus gehen die folgenden 10 Bestimmungen von L , nach der Formel

$$L = 2T - x' + n - n' + am'$$

hervor, die durch Substitution der Werthe von x' und m' , die im vorigen §. gefunden wurden, von allen Unbekannten frei werden.

		Unterschied vom Mittel
1	$L = 1727,^L9892 - x' + 1,5467 m' = 1729,^L0962$	$- 0,^L0037$
2	$9899 - x' + 1,5421 m' = \dots\dots 0945$	$- 0, 0054$
3	$9868 - x' + 1,5487 m' = \dots\dots 0949$	$- 0, 0050$
4	$9898 - x' + 1,5512 m' = \dots\dots 0992$	$- 0, 0007$
5	$9965 - x' + 1,5466 m' = \dots\dots 1035$	$+ 0, 0036$
6	$9981 - x' + 1,5426 m' = \dots\dots 1029$	$+ 0, 0030$
7	$9980 - x' + 1,5360 m' = \dots\dots 0993$	$- 0, 0006$
8	$1728,0014 - x' + 1,5320 m' = \dots\dots 1006$	$+ 0, 0007$
9	$0049 - x' + 1,5300 m' = \dots\dots 1031$	$+ 0, 0032$
10	$0070 - x' + 1,5295 m' = \dots\dots 1049$	$+ 0, 0050$
Mittel	$L = 1727,^L9962 - x' + 1,5405 m' = 1729,^L0999$	

Die Summe der Quadrate der übrigbleibenden Unterschiede ist
0,00012639

und daher der mittlere Fehler einer Vergleichung der Mefsstangen mit der Toise

$$= \sqrt{\frac{0,00012639}{10-1}} = 0,^L003748$$

Mit Hilfe des hier gefundenen Werthes von L und der im vorigen §. bestimmten Gröfsen, findet man die Längen der 4 Mefsstangen, welche zu den Angaben a, b, c und d ihrer Metallthermometer gehören, wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Stange } \mathcal{N}_2^I & \text{ I } l' = 1728,8130 - 0,53027 \cdot a \\ & \text{ II } l'' = 1729,4930 - 0,55092 \cdot b \\ & \text{ III } l''' = 1729,0276 - 0,56308 \cdot c \\ & \text{ IV } l^{IV} = 1729,0659 - 0,56485 \cdot d \end{aligned}$$

Im Jahre 1834 (Gradmessung Seite 26) waren dafür folgende Werthe gefunden worden:

$$\begin{aligned} \text{Stange } \mathcal{N}_2^I & \text{ I } l' = 1728,8152 - 0,54033 \cdot a \\ & \text{ II } l'' = 1729,5153 - 0,55976 \cdot b \\ & \text{ III } l''' = 1729,0454 - 0,57575 \cdot c \\ & \text{ IV } l^{IV} = 1729,0909 - 0,58103 \cdot d \end{aligned}$$

Die Stange \mathcal{N}_2^I , welche in beiden Fällen direkt mit den Toisen verglichen wurde, stimmt bis auf $0,^L0022$ mit der Königsberger Vergleichung überein, dagegen sind aber die Längen der drei übrigen Stangen beträchtlich kürzer gefunden worden. Der Grund davon ist theils in einer Abnutzung

zu suchen, theils auch darin, daß die etwas verrosteten Schneiden mit Terpentinöl abgerieben werden mußten.*) Beide Gründe erscheinen indessen unerheblich gegen das Verwerfen der hölzernen Kasten durch die Einwirkung der Hitze, wodurch eine geringe Biegung der eisernen Unterlagen, auf denen die Stangen ruhen, im vertikalen Sinne entstanden sein kann. Dies zu ermitteln ist zwar versucht worden, ohne jedoch ein genügendes Resultat zu erlangen, und da die Längen der Stangen, in ihrer gegenwärtigen Lage in den Kasten, neu ermittelt wurden, so daß daraus kein nachtheiliger Einfluß für die Messung der Grundlinie zu befürchten war, so glaubte man davon abstehen zu dürfen.

Auch die Coefficienten der Angaben der Metallthermometer sind kleiner gefunden worden als in Königsberg, woraus eine Verminderung der Ausdehnungsfähigkeit des Metalls zu folgen scheint.

*) Als die Stangen vor der Vergleichung aus den hölzernen Kasten herausgenommen wurden, um gereinigt und in allen ihren Theilen untersucht zu werden, fand man die Zinkstangen an einigen Stellen stark mit Oxyd überzogen, welches der an diesen Stellen eingedrungenen Feuchtigkeit zugeschrieben wurde. Die Eisenstangen waren, so weit die darauf liegenden Zinkstangen reichen, vom Rost gänzlich frei, dagegen aber fand sich an den Enden der vertikalen Schneiden, die um etwa 2 Zoll unter der Zinkstange hervorragen, etwas Rost, der indessen nicht schwierig zu entfernen war. Es scheint, daß eine galvanische Wirkung beider Metalle auf einander eine stärkere Rostbildung verhindert habe.