

39,01520 Englische Zoll, und unter der Breite  $= \varphi$  und bei der Meereshöhe  $= z$

$$l = (l^0 + 0,20245 \cdot \sin^2 \varphi) \frac{r^2}{(r+z)^2}$$

wo  $r$  der Halbmesser der Erde, hier  $= 6364224$  Meter ist, — ferner 1 Englischer Zoll  $= 25,90493$ ; so ist der Fallraum in der 1ten Sekunde

$$g = \frac{\pi^2}{2} (39,01520 + 0,20245 \cdot \sin^2 50^\circ 33' 22,81'') \frac{6364224^2}{(6364224 + 475)^2} 25,90493$$

$$= 4904,93$$

was auch nahe eben so aus der Besselschen Bestimmung der Länge des Sekundenpendels zu Königsberg folgt.

Der mittlere Barometerstand war bei diesen Versuchen  $= h' = 317,58$  Pariser Linien; der mittlere Hygrometerstand  $= 97^\circ S = 0,934$  des Sättigungszustandes; der mittlere Thermometerstand  $= t' = 13^\circ,2 C$ ; alles im Schachte genommen; daher die Spannung der Wasserdämpfe  $= d' = 0,934 \cdot 11,555 = 10,79$  Pariser Linien und die Dichtigkeit der Luft

$$= \rho' = 0,001299 \cdot \frac{1}{336} \cdot \frac{800}{800 + 3t'} \cdot \left( h' - \frac{3}{8} d' \right) = 0,0011550.$$

Da nun die Dichtigkeit der Bleikugeln  $= 10,603$ , so hat man das relative Beschleunigungsmaass der Schwerkraft  $g' = \frac{\gamma' - \rho'}{\gamma'} g = 4,90459$  Meter.

## II. Angabe der erhaltenen Resultate und Vergleichung derselben mit der Theorie.

### A.) Die Fallhöhe.

Die zur Messung bestimmten Latten erhielten über Tage bei einer Temperatur von  $17,012 C$ . genau die 16 fache Länge des eisernen Meters, und gaben beim Heruntermessen vom Nadirpunkt der eingehäng-

ten Zinnkugel bis auf des Stocks Oberfläche ihre 10fache Länge, weniger  $1,5093$ , also die Höhe zu  $160 - 1,5093 = 158,4907$ . Die Oberfläche des Gevieres  $wx$ , welche man, bei nachheriger Veränderung der Oberfläche des Stocks, zum Anhalten nahm, lag nach späterer, allerdings nicht ganz sicherer Schätzung, um  $0,00025$  höher, und also nach dieser Messung  $158,49045$  unter dem Nadirpunct der eingehängten Kugel. Nach dieser Annahme wurden die Höhen in folgenden Versuchen angesetzt, indem die von unten nach oben vorgenommene Messung zwar  $0,0063$  mehr gab, aber als weniger sicher nicht in Betracht gezogen wurde. Obige Höhe beträgt, unter der Voraussetzung dass die Länge des eisernen Meters bei  $17,012\text{ C} = 1,000192772$  sei, auf  $0^{\circ}\text{ C}$  reducirt

$$158,5192$$

Später wurden die Messlatten der 16fachen Länge des eisernen Meters bei  $10^{\circ},2\text{ C}$  gleich gemacht, und mit ihnen die Höhe vom Nadirpunct der zuerst eingehängten Kugel bis zur Oberfläche des Gevieres  $wx$  mit möglichster Sorgfalt zu  $158,4950$  bestimmt, was unter der Voraussetzung, dass bei  $10,02\text{ C}$  die Länge des eisernen Meters  $= 1,0001014923$  auf  $0^{\circ}\text{ C}$  reducirt

$$158,5111, \text{ also } 0,0081 \text{ weniger}$$

als die erste Messung. Die letztere ist, wegen der frühern unsichern Bestimmung der Oberfläche des Rahmens, als die richtigere anzusehen, weshalb das Mittel aller nach der ersten Messung bestimmten Fallhöhen in Folgendem um  $0,0081$  verringert worden ist.

Die nach Benzenbergs Angabe mit dem Kupferdrath ausgeführte Messung gab bis auf die anfängliche Oberfläche des Stocks

$$\text{beim Hinuntermessen } 158,5017$$

$$- \text{ Heraufmessen } 158,4866$$

---


$$\text{im Mittel } 158,4941,$$

welche als bei  $17,012\text{ C}$  erhalten, angesehen werden muss, da die zum Grunde liegende Distanz für diese Temperatur bestimmt wurde.

Alle diese Messungen stimmen soweit überein, dass ein Fehler, der auf die vorliegenden Versuche von merklichem Einflusse wäre, nicht vorhanden sein kann.

*B. Der constante Fehler der Sinne bei Bestimmung der Fallzeit.*

Die hierzu bestimmte Fallhöhe wurde bei  $18,0375\text{ C}$  zu  $3,1444$ , also bei  $0^\circ\text{ C}$  zu  $3,1450 = s'$  gefunden. — Daher die Fallzeit, ohne weitere Rücksicht auf den Widerstand der Luft, als welche in der Bestimmung von  $g'$  liegt,

$$T^0 = 60 \sqrt{\frac{s'}{g'}} = 60 \sqrt{\frac{3,1450}{4,90139}} = 48,05 \text{ Tertien.}$$

Beobachtet wurde

am 19ten August

Versuchsreihe.	No.	1te Hemmung.	2te Hemmung.	Differenz. Tertien.	Anmerkungen.
I.	1	2	59	57	Zange nach Süd sich öffnend.
	2	38	80+15	57	
	3	10	65,5	55,5	
	4	53	30,5	57,5	
	5	5	60,5	55,5	
	6	31	10	59	
	7	60	42	62	
	8	45	21	56	
	9	75	52,5	57,5	
	10	40	31	71	schlecht.
9 Beobachtungen Summa excl. No. 10.				517	
Mittel				57,44.	

Versuchsreihe.	No.	1te Hem- mung.	2te Hem- mung.	Differenz. Tertien.	Anmerkungen.
II.	1	53	29	56	Zange nach Nord.
	2	3	60	57	
	3	22	80	58	
	4	58	36	58	schlecht.
	5	55	35	60	
	6	65,5	52,5	67	
	7	7	67	60	
	8	69	49	60	
	9	47	28	61	
	10	41	21	60	
	11	24	4	60	
10 Beobachtungen Summ. excl. No. 6.				590	
Mittel				59,0	

III.	1	71	47	56	Zange nach Süd.
	2	22	78,5	56,5	
	3	31	8	57	
	4	6	62	56	
	5	68	45	57	
	6	11	68	57	
	7	25	2	57	
	8	5	62	57	
	9	46	22	56	
	10	58	36	58	
10 Beobachtungen. Summa				567,5	
Mittel				56,75	

Versuchsreihe.	No.	1te Hem- mung.	2te Hem- mung.	Differenz Tertien.	Anmerkungen.
III.	1	40	16	56	Zange nach Nord.
	2	68,5	46,5	58	
	3	8	66	58	
	4	20	78	58	
	5	40	20,5	60,5	
	6	68	47,5	59,5	
	7	31,5	12	60,5	
	8	17	74	57	
	9	40	17,5	57,5	
	10	42	19	57	
10 Beobachtungen.		Summa		582	
		Mittel		58,2	

Es ergibt sich hieraus, dass die Beobachtungszeit etwas grösser ausfällt, wenn die Zange sich nach Nord öffnet; wahrscheinlich weil in diesem Falle das Oeffnen mit dem Zeigefinger geschieht, wohingegen bei der entgegengesetzten Stellung der Zange der Daumen wirkt. — Da nun für die Versuche zur Bestimmung der Fallzeit das Umkehren der Zange unnöthig, es gegentheils besser ist, sie durchgängig unter einerlei Umständen statt finden zu lassen, — so wurde die Zange in der Folge bei ihnen immer nach Süd geöffnet, und die obigen Reihen II. und III, nicht mit in Rechnung gebracht.

Am 20sten August.

Versuchsreihe.	No.	1te Hem-	2te Hem-	Differenz.	Anmerkungen.
		mung.	mung.		
		Tertien.			
V.	1	58	35	57	schlecht.
	2	61	38,75	57,75	
	3	52,5	30	57,5	
	4	77,5	54,5	57	
	5	31	7	56	
	6	35	18,5	63,5	
	7	53	29	56	
	8	9	67	58	
	9	12	72	60	
	10	14	71	57	
	11	72	48,5	56,5	

10 Beobachtungen. Summa. excl. No. 6. 572,75

Mittel 57,275

VI.	1	38	16	58
	2	33	11,5	58,5
	3	65	42	57
	4	15	70,5	55,5
	5	59	34	55
	6	2	59,5	57,5
	7	0	55,5	55,5
	8	53	30,5	57,5
	9	65	43,5	58,5
	10	2	60	58

10 Beobachtungen. Summa 571

Mittel 57,1

Aus den Reihen I. III. V und VI. ergibt sich, nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung,

der mittlere Werth = 56,81 Tertien,

mit einem wahrscheinlichen Fehler = 0,05 Tertien.

Daher der constante Fehler der Sinne

$$= C = 56,81 - 48,05 = 8,76 \text{ Tertien.}$$

### C. Die Fallzeit der Kugeln.

Die drei ersten Bleikugeln, welche wir fallen liessen, gaben ganz unbrauchbare Resultate, jedenfalls wegen Ungewohnheit der Operation; daher sie auch nicht mit aufgeführt worden sind.

Für jede fallende Kugel wurde die Entfernung der Oberfläche der auf dem eisernen Rahmen liegenden Bretchen von der Oberfläche des Stocks gemessen, um daraus auf die Fallhöhe zu schliessen, und findet sie sich in folgenden Tabellen unter der Rubrik „Brethöhe“ verzeichnet. Da aber die Oberfläche des Stocks und die Durchmesser der Kugeln verschieden waren, so ist am Ende jeder Reihe von der mittlern Brethöhe so viel abgezogen, als geschehen musste, um sie auf die Entfernung der anfänglichen Oberfläche des Stocks vom Nardipunct der zuerst in die Zange gehängten Kugeln zu beziehen.

Bei den Metallkugeln sind zu der Differenz der Zeit der 1ten und 2ten Hemmung immer 4 volle Umläufe oder 320 Tertien, bei den Elfenbeinkugeln 5 voll Umläufe, oder 400 Tertien zu addiren.

a.) Zinnkugeln.

α. grosse.

Am 23sten August.

Versuchsreihe.	No.	1te Hemmung.	2te Hemmung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimet.	
I.	1	19	68	369	81,0	
	2	53	20	367	93,0	
	3	22	72	370	84,0	
	4	38	7,5	369,5	86,0	
	5	68	34	366	85,0	
	6	64	30,5	366,5	81,0	
	7	70	39	369	86,0	
	8	31,5	80	368,5	78,0	um 90° gedreht; am Aufhängepunct am Rahmen abgeschnitten.  schlecht.
	9	22,5	77	374,5	86,0	
	10	69	35	366	93,0	
	11	23,5	70	366,5	92,0	
	12	60	26,5	366,5	85,0	
11 Beobachtungen. Summa. excl. No.9.				4044,5	944,0	
Mittel				367,68	85,8	

Versuchsreihe.	No.	1te Hemmung.	2te Hemmung.	Fallzeit.	Breithöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimeter	
II.	1	13	78,5	385,5	116,0	schlecht.
	2	1	54	373	124,0	
	3	18	70	372	114,0	schlecht.
	4	15,5	2	386,5	112,0	
	5	68	39	371	103,0	
	6	10	61	371	107,0	
	7	7	58	371	103,0	
	8	22	71	369	100,0	
	9	14	64,5	370,5	99,0	
	10	77	46	369	92,0	
	11	5	58	373	88,0	
9 Beobacht. Summa. excl. No. 1 u. 4.				3339,5	930,0	
Mittel				371,05	103,3	

Am 24sten August.

III.	1	21,5	69	367,5	95	Der Stock war durch Abrichten um $5,3^{\text{mm}}$ erniedrigt worden.	
	2	6	52,5	366,5	98		
	3	67	33,5	366,5	100		
	4	50	18	368	96		
	5	64	36,5	372,5	95		
	6	21	71	370	99		
	7	77,5	45	367,5	95		
	8	47,5	27,5	380	94		schlecht.
	9	21,5	66,5	365	95		
	10	32,5	1	368,5	90		
	11	41	10	369	8		
	12	35	2,5	367,5	89		
11 Beobacht. Summa. excl. No. 8.				4048,5	1041		
Mittel				368,05	94,6 — $5,3^{\text{mm}}$	$= 89,3^{\text{mm}}$	

Am 2ten September.

Ver- suchs- reihe.	No.	1te Hem- mung.	2te Hem- mung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimeter	
III.	1	61	26	365	113,5	Das Abrichten des Stockes be- trag bis heute 43, <sup>mm</sup> <sub>3</sub>  schlecht.
	2	7	50,5	363,5	115,0	
	3	18	63	365	115,0	
	4	24,5	71,5	367	115,0	
	5	73,5	37,5	364	111,0	
	6	50	16	366	111,0	
	7	22,5	74	371,5	112,0	
	8	10	55	365	115,5	
	9	63	27	364	113,5	
	10	30	74	364	118,0	
	11	51	16	365	117,0	
	12	19	66	367	112,0	
11 Beobacht. Summa. excl. No. 7.				4015,5	1256,5	
Mittel				365,05	114,2 — 43,3 = 70, <sup>mm</sup> <sub>9</sub>	

Bei der letzten Reihe schlug das Pendel der Uhr weniger aus, weil, wie sich nachher fand, ein Zapfen von der feuchten Grubenluft etwas angelaufen. Daher ist die Fallzeit kleiner gefunden worden, dagegen ist sie in der 2ten Reihe offenbar zu gross.

Aus diesen 4 Reihen ergibt sich der mittlere Werth = 366,54 Tertien, mit einem wahrscheinlichen Fehler = 0,72 Tertien; ein ziemlich ungünstiges Resultat, was von der grossen Differenz der 2ten und 4ten Reihe herrührt und vermuthlich etwas zu klein ist, weil die an sich gute 4te Reihe bei der Bestimmung des Endresultats das grösste Gewicht erhält, selbst aber, aus dem oben angegebenen Grunde, zu kleine Werthe hat.

Die Fallzeit ist daher  $366,54 - 8,76 = 357,78$  Tertien =  $t$ .

Die dazu gehörigen Fallhöhen erhält man hinlänglich genau, wenn man aus den Fallhöhen der einzelnen Kugeln das arithmetische Mittel nimmt,

$$= 158,4907^m - 0,0866^m = 158,4041^m$$

oder, auf 0° reducirt, und wegen der spätern Messung um 0,081<sup>m</sup> verringert, =  $h = 158,4265^m$ .

Es war aber die mittlere Höhe, bei den grössern Abweichungskugeln =  $158,5053^m$  oder nach derselben Reduction =  $h' = 158,5278^m$ , für welche man hinlänglich genau die Fallzeit =  $T'$  erhält, wenn man setzt

$$T' = t \sqrt{\frac{h'}{h}} = 357,78 \sqrt{\frac{158,5278}{158,4265}} = 357,89 \text{ Tertien.}$$

### β. kleine Zinnkugeln.

Am 8ten September.

Der Einfluss der Erniedrigung des Stockes durchs Abrichten, und der kleinern Kugeln auf die Fallhöhe betrug heute 20,7<sup>mm</sup>.

Versuchsreihe.	No.	1te Hemmung.	2te Hemmung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimeter	
I.	1	14	61	367	107	schlecht.
	2	30	3,5	373,5	103	
	3	2	50	368	103	
	4	14	64,5	370,5	103	
	5	64	37	373	107	
	6	64,5	32	367,5	99	
	7	9	59	370	104	
	8	24	76	372	109	
	9	55	21,5	366,5	105	
	10	80	47	367	105	
	11	69	40	371	107	
	12	67	32	365	105	
	13	50	15	365	105	
	14	42	12	370	106	
	15	35	7	372	105	
	16	48	14	366	104	
	17	15	61	366	108	
	18	63	35	372	109	
	19	6,5	54	367,5	108	
	20	0	62,5	382,5	108	schlecht.
	21	5	57	372	108	

19 Beobächt. Summa excl. N. 2. u. 20	7008	2007	
Mittel	368,84	105,6	— 20,7 = 84,9 <sup>mm</sup>

Ver- suchs- reihe.	No.	1te Hem- mung.	2te Hem- mung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimeter	
II.	1	53	38	383	86	schlecht, we- gen schwachen Lichts.
	2	76	47	371	96	
	3	61	29	368	95	
	4	71	46	375	96	
	5	75,5	46,5	371	104	
	6	67,5	41	373,5	93	
	7	67	35	368	94	
	8	65	34	369	99	
	9	32	80	368	99	
	10	63	31	368	104	
	11	32	1,5	369,5	111	
	12	0,5	52,5	372	103	
	13	51	23	372	108	
	14	33	3	370	95	
	15	68	39	371	103	
	16	35	10	375	99	
	17	4	61	377	102	
	18	60	29	369	102	
17 Beobacht. Summa. excl. No. 1.				6307	1703	
Mittel				371	100	$- 20,7 = 79,3^{mm}$

Aus beiden Reihen ergibt sich der mittlere Werth = 369,87 Tertien, mit einem wahrscheinlichen Fehler = 0,51 Tertien, auch grösser, als er bei ganz guten Beobachtungen sein sollte, wovon hier der Grund in einiger Abgespanntheit des Beobachters, und daraus entspringenden zu grossen Differenzen in den einzelnen Beobachtungen liegt.

Die Fallzeit für die kleinen Kugeln ist nun =  $369,87 - 8,76 = 361,11$  Tertien =  $t$ , bei einer Fallhöhe =  $158,4907^m - 0,0823^m = 158,4084^m$ , auf  $0^\circ C$  reducirt, =  $158,0843^m$ . Die kleinern Zinnkugeln, die zu Bestimmung der Abweichung gebraucht wurden, fielen im Mit-

tel von einer Höhe =  $158,5282^m$ , auf  $0^\circ C$  reducirt, =  $158,5507^m$ ;  
daher für diese Höhe ihre Fallzeit

$$T'' = 361,11 \cdot \sqrt{\frac{158,5507}{158,4308}} = 361,25 \text{ Tertien.}$$

Verbindet man die Resultate für die Fallzeit der grossen und kleinen Kugeln, so erhält man für die mittlere Fallzeit der Zinnkugeln überhaupt

$$T''' = 360,59 \text{ Tertien.}$$

mit einem wahrscheinlichen Fehler = 0,34 Tertien.

Diese Grösse  $T'''$  ist zu gebrauchen, um die erhaltene Abweichung vom Lothpuncte mit der Theorie zu vergleichen.

b.) Bleikugeln.

Am 22sten August.

Ver- suchs- reihe.	No.	1te Hem- mung.	2te Hem- mung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Fallzeit.		Millimeter		
I.	1	68	39	371	Im Durchschnitt 103,4.	schlecht.
	2	76	52	376		
	3	33	4	371		
	4	31	78	367		
	5	49	35	386		
	6	30	79	369		
	7	35	6	371		
	8	3	47	364		
	9	37,5	5	367,5		
	10	30	78,5	368,5		
	11	13	70	377		
	12	49,5	21,5	372		
11 Beobacht. Summa. excl. No. 5.				4074		
Mittel				370,36	103,4	

Am 23sten August.

Ver- suchs- reihe.	No.	1te Hem- mung.	2te Hem- mung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimeter	
II.	1	79	53	374	102,0	
	2	29	75	366	84,0	
	3	28	71	363	84,0	
3 Beobachtungen. Summa.				1103	270,0	
Mittel				367,67	90,0	

Am 24sten August. Die Erniedrigung des Stocks durchs  
Abrichten betrug heute  $5\frac{mm}{3}$ .

III.	1	18	64	366	93	
	2	71,5	35	363,5	87	
	3	11	54,5	363,5	92	
	4	3,5	46	362,5	88	strich in der Lotte unten an.
	5	78	42	364	90	
	6	50	16,5	366,5	88	strich unten an.
6 Beobachtungen. Summa.				2186	538	
Mittel				364,33	$89,7 - 5,3 = 84\frac{mm}{4}$	

Am 2ten September, als der Stock  $43\frac{mm}{3}$  erniedrigt war.

III.	1	—	—	—	—	verfehlt.
	2	45	6,5	361,5	112,0	
	3	1,5	43	361,5	113,0	
2 Beobachtungen. Summa.				723	225,0	
Mittel				361,50	$112,5 - 43,3 = 69\frac{mm}{3}$	

Am 8ten September, bei  $20,7^m$  Stockerniedrigung.

Versuchsreihe.	No.	1te Hemmung.	2te Hemmung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimeter	
V.	1	15	59	364	10,5	schlecht.
	2	34	80	366	102	
	3	80	54	374	99	
2 Beobacht. Summa. excl. No. 3.				730	207	
Mittel				365	$103,5 - 20,7 = 82,8^m$	

Mittel aus III und V. 363,25.

Daraus die beobachtete Fallzeit = 364,61 Tertien, mit einem wahrscheinlichen Fehler = 0,53 Tertien; für die wirkliche Fallzeit erhält man daher  $364,61 - 8,76 = 355,85$  Tertien für eine mittlere Fallhöhe =  $158,4907 - 0,1013 = 158,3894$  bei  $+17,012^\circ C$  des eisernen Meters gemessen, also für  $0^\circ C$  und um  $0,0081^m$  vermindert, bei der Fallhöhe =  $158,4118$ .

## c.) Grosse Elfenbeinkugel.

Die Uhr machte bei ihr und den folgenden kleinen Elfenbeinkugeln 5 volle Umgänge, es sind daher 400 Tertien zu der Differenz beider Hemmungen hinzu zu addiren.

Datum	No.	1te Hemmung.	2te Hemmung.	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		Tertien.			Millimeter	
24 Aug.	1	33,5	49	415,5	82	$-5,3 = 76,7^m$
2 Septbr.	2	5	21	416	99	$-43,3 = 55,7^m$
- "	3	75	14,5	419,5	96,5	$-43,3 = 53,2$
8 -	4	18	40	422	87	$-20,7 = 66,3$
- -	5	58	70	412	83	$-20,7 = 62,3$
- -	6	58	73	415	85	$-20,7 = 64,3$
6 Beobachtungen. Summa.				2500	378,5	
Mittel				416,67	63,1	

Also Fallzeit =  $461,67 - 8,76 = 407,91$  Tertien =  $T^V$  mit einem wahrscheinlichen Fehler =  $0,89$  Tertien, bei einer Fallhöhe =  $158,4907^m - 0,0631^m = 158,4276^m$ , oder auf  $0^\circ C$  reducirt =  $158,4500^m$ .

## d.) Kleine Elfenbeinkugeln.

Datum.	N <sup>o</sup>	1te Hem-	2te Hem-	Fallzeit.	Brethöhe.	Anmerkungen.
		mung.	mung.		Millimeter	
		Tertien.				
24. Aug.	1	43	77	434	74	— 5,3 = 68,7 <sup>mm</sup>
- -	2	38	66,5	428,5	78	— 5,3 = 72,7
2 Sept.	3	45,5	73,5	428	99	— 43,3 = 55,7
- -	4	30,5	77	446,5	99	schlecht
- -	5	21	46	425	100	— 43,3 = 56,7
- -	6	25	58	433	100	— 43,3 = 56,7
8 -	7	71	22	431	84	— 20,7 = 63,3
- -	8	49	77,5	428,5	89	— 20,7 = 68,3
- -	9	53	6,5	433,5	88	— 20,7 = 67,3
- -	10	60	10,5	430,5	75	— 20,7 = 54,3
- -	11	17	48,5	431,5	86	— 20,7 = 65,3
- -	12	68	13	425	83	— 20,7 = 62,3
11 Beobacht. Summa. excl. No. 4.				4728,5	691,3	
Mittel				429,86	62,8	

Daher die Fallzeit =  $T^{VI} = 429,86 - 8,76 = 421,10$  Tertien, mit einem wahrscheinlichen Fehler =  $0,61$  Tertien, und bei einer Fallhöhe =  $158,4907^m - 0,0628^m = 158,4279^m$ ; oder auf  $0^\circ C$  reducirt =  $158,4503^m$ .

## D.) Die Abweichung von der Lothlinie.

1te Reihe am 23sten, 24ten und 25sten August.

Grosse Kugeln, mit Draht in der Zange aufgehängt.

Am 23sten liess man die erste Kugel fallen, bei  $158,4907^m$  nicht reducirter Fallhöhe; am 24sten die 2te bis 6te, und am 25sten die 7te bis 23ste Kugel bei  $158,4960^m$  Fallhöhe.

Die vorletzte Rubrik giebt an, ob sich der bewegliche Theil der Zange nach Süd, S., oder nach Nord, N., öffnete.

Die Zange wurde möglichst vorsichtig mit der Hand aufgedrückt.

Die Kugeln waren anfänglich ganz neu.

No.	Bezeichnung der Kugel	e		d	E		e		d	E		Zange nach	Anmerkungen.	
		südlich	nördlich		südlich	nördlich	östlich	westlich		östlich	westlich			
1	I	—	+47,3	29,0	—	6,3	61,8	+24,1	—	29,2	38,7	—	S	<p>Von jetzt an wurde die Oeffnung, durch welche der Faden ging, mit eingeschobenen Papier und Hselt geschlossen.</p> <p>Von jetzt an wurde die Kugel schon vor dem Schliessen der Zange möglichst zur Ruhe gebracht, das Schliessen aber sehr allmählig bewerkstelligt.</p> <p>Die Kugel hing 2 Stunden lang, und war denoch beim Abtalen nicht völlig rüblig.</p> <p>strich in der Lotte an.</p>
2	II	—	—	32,2	—	5,05	50,5	+33,2	—	32,2	49,3	—	S	
3	III	+10,7	—	31,5	—	62,8	—	+20,6	—	33,1	—	—	S	
4	III	+47,8	—	30,0	—	6,65	—	+45,6	—	30,3	—	60,75	S	
5	III	—	9,9	33,1	—	83,6	—	+31,1	—	34,0	48,1	—	S	
6	V	+68,35	—	30,5	—	—	—	+25,4	—	30,7	—	40,75	S	
7	VI	—	+86,8	32,0	—	—	—	—	—	31,4	179,0	—	S	
8	VII	—	+40,7	32,5	—	—	—	+22,5	—	30,4	37,7	—	N	
9	VIII	—	+107,9	30,4	—	—	123,1	—	—	30,1	—	18,75	N	
10	VIII	—	—	35,5	—	—	12,45	—	—	33,9	—	36,95	N	
11	X	+5,8	—	31,0	—	21,3	—	+52,9	+3,7	33,1	69,45	—	N	
12	XI	—	—	31,6	—	11,6	—	+11,3	+20,0	33,7	—	5,55	N	
13	XII	+68,8	—	30,7	—	84,15	—	—	+62,6	28,9	—	77,05	N	
14	I	+3,5	—	32,3	—	19,65	—	+42,5	—	35,6	60,3	—	N	
15	II	+65,1	—	29,5	—	79,85	—	+5,6	—	30,25	—	9,52	N	
16	III	+1,5	—	31,0	—	18,5	—	+43,1	—	31,0	63,7	—	N	
17	III	—	+10,8	31,4	—	—	26,5	+8,9	—	31,3	—	6,6	N	
18	V	+79,2	—	32,0	—	95,2	—	+59,3	—	—	74,95	—	N	
19	VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	
20	VII	+69,0	—	32,0	—	85,0	—	—	—	31,9	—	12,85	S	
21	VIII	—	+35,8	32,2	—	—	51,9	+4,6	—	31,4	52,7	—	S	
22	VIII	+107,9	—	30,2	—	123,0	—	+35,5	—	30,6	—	4,5	S	
23	X	—	+95,2	29,5	—	—	109,95	+10,8	—	31,5	19,55	—	S	
Summa 22 Beobachtungen						697,6	550,5	—	—	—	693,45	310,42		

25 August 1831

Diese Abweichungen sind alle von dem Lothpuncte weg gemessen worden, welcher bei dem mit S bezeichneten Stande der Zange bestimmt worden ist. — Wir fanden später, dass, wenn sich die Zange nach Nord öffnete, also bei ihrem mit N bezeichneten Stande, der Lothpunct zwar weder südlich noch nördlich, — dagegen aber  $0,56^{\text{mm}}$  östlich vom vorigen fiel; es sind daher bei allen Kugeln, bei denen die Zange nach Nord sich öffnete,  $0,56^{\text{mm}}$  von den östlichen Abweichungen abzuziehen, und zu den westlichen hinzurechnen; man erhält daher

Summa 22 Beobachtungen. 697,6 S. 550,5 N. 690,65 O. 313,78 W.  
in Millimetern.

2te Reihe am 27sten August,

grosse Zinnkugeln, an Hanffäden in die Zange gehängt, die Lotte überall luftdicht verschlossen, die Zange durch eine Schraube geöffnet. Die Kugel wurde während des langsamen Herausgleitens ihres Fadens aus der Zange durch das Mikroskop beobachtet, und nahm zuweilen eine geringe, um eine verticale Axe drehende, Bewegung an.

Nicht reducirte Fallhöhe =  $158,5140^{\text{m}}$ .

27 August 1831

No.	Kugel.	e			E			Zan- ge	Anmerkungen.	
		südlich	nörd- lich	d	südlich	nörd- lich	d			
		Millimeter.			Millimeter.					
1	II	-4,2	—	31,7	—	11,65	-6,6	32,7	S	Ziemlich starke, doch lang- same Drehung beim Oeffnen.  Die Kugel fiel mit dem Auf- hängepunkte auf, wobei ihr Holzpflockchen tief hineinge- trieben wurde.
2	I	-9,0	—	32,6	—	7,3	+45,1	32,8	S	
3	V	—	+114,3	30,0	—	129,3	+100,8	31,5	S	
4	III	—	+81,8	31,5	—	97,55	-2,6	30,9	S	
5	III	0	—	31,2	—	—	+49,9	34,0	S	
6	VI	+168,0	—	32,7	—	—	+59,8	32,0	S	
7	VII	+125,3	—	31,6	141,1	—	+73,5	29,2	N	
8	VIII	+72,3	—	33,0	88,8	—	+103,8	30,7	N	
9	VIII	—	-12,4	32,5	3,85	—	+0,6	32,1	N	
10	X	+48,2	-4,3	33,9	65,15	—	+89,5	32,7	N	
11	XII	—	-4,1	32,3	11,85	—	+21,7	32,9	N	
12	XI	—	—	31,6	11,7	—	+74,1	31,8	N	
Summa 12 Beobachtungen.		522,4	245,8	—	—	—	—	567,75	239,5	—

Hier ist bei den Beobachtungen mit N. dieselbe Correction in Bezug auf die östlichen und westli-  
chen Abweichungen vorzunehmen wie oben, und man erhält daher

Summa 12 Beobachtungen 522,4 S. 245,8 N. 565,51 O. 237,62 W. in Millimetern.

3te Reihe am 29sten August

grosse Zinnkugeln an geplätteten Pferdehaaren in die Zange gehängt, und zwar das Haar etwas länger gemacht, als die frühern Fäden, die so kurz gewesen, als ohne Gefahr des Anstossens der Kugel an die obere Platte möglich war.

Oeffnen die Zange mit der Schraube.

Die Fallhöhe wiederum  $158,5140^m$ .

Wir versuchten bei jeder gefallenen Kugel den Punct aufzusuchen, in welchem sie zuerst aufgeschlagen war, und dadurch die Drehung um eine horizontale Axe zu bestimmen; was jedoch, wegen wieder zum Theil verwischten Randes der aufgetriebenen dünnen Insektlage, nicht immer sehr deutlich zu erlangen stand. Die Resultate sind in der vorletzten Columnne in ohngefähr geschätzten Graden enthalten; da die Mehrzahl kleiner als  $90^\circ$  ist, so ist es wahrscheinlich, dass keine mehrmalige ganze Umdrehung statt gefunden hat.

29 August 1831

No.	Kugel	e		d	E		e		d	E		Zan- ge	Dre- hung	Anmerkungen.
		südlich	nörd- lich		südlich	nörd- lich	östlich	west- lich		östlich	west- lich			
1	I	—	+ 70,9	30,2	—	86,0	+ 2,0	—	31,1	17,55	—	N	0°	<p>Die Kugel gleitete lang- sam herab, kommt ins Dre- hen, wird wieder ruhig, und fällt dann ab.</p> <p>Dreht sich langsam spie- ralförmig aus der Zange.</p> <p>Von jetzt an wurde das Haar noch knapper als frü- her über der Zange abge- schritten, und die Kugel fielen, in der Regel, ab, ohne dass man ihr heraus- gleiten aus der Zange beob- achten konnte.</p>
2	II	—	+ 113,6	30,2	—	128,7	+ 33,4	—	31,2	49,0	—	N	90°	
3	III	+ 25,45	—	32,2	—	41,55	—	—	32,7	—	80,15	N	180°	
4	4	— 10,0	—	32,4	—	97,55	—	+ 42,0	33,2	—	58,6	N	25°	
5	V	+ 82,7	—	29,7	—	—	—	—	32,2	66,8	—	N	45°	
6	6	—	+ 63,8	32,0	—	79,8	+ 13,0	—	32,6	29,3	—	N	75°	
7	VII	+ 17,7	—	30,6	—	—	8,3	—	33,3	21,95	—	S	0	
8	VIII	+ 22,8	—	33,3	—	—	+ 13,0	—	35,8	30,9	—	S	15°	
9	IX	—	+ 114,4	30,5	—	129,65	+ 43,8	—	34,3	60,95	—	S	135°	
10	X	+ 49,8	—	31,4	—	—	+ 21,4	—	30,5	—	61,85	S	0	
11	XI	+ 10,6	—	31,7	—	—	—	—	34,1	41,6	—	S	15°	
12	XII	+ 95,3	—	30,5	—	—	+ 63,7	—	30,7	79,05	—	S	165°	

Summa 12 Beobachtungen 414,05 430,35 — — 400,1 200,6 — —  
 Auch hier ist für den Stand N der Zange die obige Correction anzubringen, weshalb man erhält  
 Summa 12 Beobachtungen 414,05 S 430,35 N 397,86 O 201,72 W in Millimetern.

Ganz geringes Drehen vor  
dem Abfallen.

4te Reihe am 1ten September.  
 Kleine massive Zinkkugeln durch den Ring a oder b.      Fallhöhe nicht reducirt = 158<sup>m</sup><sub>5593</sub>

No.	Kugel	Ring	e				E				Anmerkungen.		
			südlich	nördlich	d	Millimeter.	südlich	nördlich	d	Millimeter.			
1	a III	a	+30,7	+16,0	27,7	44,55	—	—	28,3	—	43,15	Das Zeichen a anstatt des + im Zenth, weil die Kugel ausserdem nicht durchfiel.	
2	a V	a	—	—	29,3	—	+77,4	+29,0	27,0	90,9	—		
3	a I	b	—11,4	—	27,4	—	+42,6	—	28,0	56,6	—		
4	a II	b	+49,3	—	27,1	62,85	+58,2	—	28,9	72,65	45,45	Der Ring im 180° gedreht.	
5	b II	b	—	+16,4	29,3	—	—	+30,0	30,9	3,75	—		
6	b III	b	—	—	27,7	—	—	-7,3	22,1	3,75	—		
7	b III	b	+13,1	—	28,1	70,05	+7,7	—	30,2	22,8	—	Man hörte die Kugel aus dem Ringe gehen. Masse etwas verwendet werden, um durch den Ring zu gehen.	
8	a III	b	+56,0	—	28,3	72,55	+35,4	—	28,7	49,75	—		
9	b I	b	—	+3,7	25,7	—	+134,4	—	24,4	146,6	—		
10	a I	b	+14,5	—	26,4	27,7	+31,1	—	30,0	46,1	—	Masse etwas verwendet werden, weil sie ausserdem auch warm hindurchfiel. — Das Hinreichen des Kessels war noch mehr geschossen als sie abfiel. Der Ring wieder in der ersten Lage.	
11	a II	b	—	-0,5	28,6	13,8	+78,9	—	28,0	92,9	—		
12	b II	b	+18,9	—	28,5	33,15	+44,3	—	31,7	60,15	—		
13	b III	b	—	—	28,1	1,15	+20,1	—	27,6	33,9	—	Musste verwendet aufgelegt werden.	
14	b III	b	—	+12,9	30,5	—	+79,6	—	29,3	91,35	—		
15	b I	b	-6,6	+11,4	29,8	—	+53,0	—	29,7	67,85	—		
16	a III	b	—	+7,2	31,4	—	+22,9	+23,0	31,4	—	38,7	Musste verwendet aufgelegt werden.	
17	a III	b	+4,4	—	30,4	—	+70,8	—	30,0	85,8	—		
18	b ?	b	+5,4	—	27,0	—	+22,0	—	30,7	37,35	—		
Summa 18 Beobachtungen			361,3				139,45				127,3		Keine Correction ist hier nicht anzubringen.

Keine Correction ist hier nicht anzubringen.

5te Reihe am 6ten September.

Kleine massive Zinnkugeln, durch den Ring *a*, *b* oder *c*.

Nicht reducirte Fallhöhe =  $158,51825^m$ .

Es wurde auch die Tageszeit des Falles jeder einzelnen Kugel notirt, und findet sich in der 4ten Columne angegeben.

Die Abweichungen wurden nach dem zuerst angegebenen Lothpuncte gemessen, der heutige lag aber nach einer spätern Bestimmung  $1,75^{mm}$  östlich und  $2,2^{mm}$  nördlich davon; es sind daher alle östlichen Abweichungen um  $1,75$  zu vermindern, alle westlichen um so viel zu vermehren; die nördlichen um  $2,2$  zu vermindern, die südlichen um so viel zu vermehren.

No.	Kugel	Ring	Tageszeit	e		E		e		E		Anmerkungen.	
				südlich	nördlich	südlich	nördlich	westlich	östlich	westlich	östlich		
1	aV	a	9h 5/M	—	—	—	—	—	—	—	—	} Treten an dem vorgeschobenen Mikroskop an.	
2	aVI	a	9.18-	—	—	—	—	—	—	—	—		
3	aVII	a	9.25-	—	—	—	—	—	—	—	—		
4	aVIII	a	9.36-	—	—	—	—	—	—	—	—		
5	aVIII	a	9.52-	—	—	—	—	—	—	—	—		
6	aX	a	10. 9-	+34,5	—	—	—	—	—	—	—		
7	bII	a	10.39-	+1,7	—	—	—	—	—	—	—		
8	bIII	a	10.44-	—	—	—	—	—	—	—	—		
9	bIII	b	11. 1-	—	—	—	—	—	—	—	—		
10	bI	b	11.14-	+4,8	—	—	—	—	—	—	—		
11	bII	b	11.29-	0	—	—	—	—	—	—	—		
12	bIII	b	11.51-	+48,2	—	—	—	—	—	—	—	} Der Ring um 180° gedreht; fiel schnell ab.	
13	bIII	b	12. 0-	—	—	—	—	—	—	—	—		
14	bVI	c	12.14 A	+21,0	—	—	—	—	—	—	—		
15	cI	c	12.32-	—	—	—	—	—	—	—	—		
16	cII	c	12.45-	—	—	—	—	—	—	—	—	} degleichen.	
17	cIII	c	1. 6-	—	—	—	—	—	—	—	—		
18	bVIII	c	1.26-	+12,1	—	—	—	—	—	—	—		
19	aV	a	1.43-	—	—	—	—	—	—	—	—	} Fiel schnell ab. Eben so; die Kugel musste etwas verwendet aufgelegt werden.	
20	aX	a	2. 5-	—	—	—	—	—	—	—	—		
21	aVIII	a	2. 11-	—	—	—	—	—	—	—	—		
22	aVII	a	2.33-	+10,3	—	—	—	—	—	—	—		
23	aVII	a	2.45-	+10,3	—	—	—	—	—	—	—		
	?	?		+21,1	—	—	—	—	—	—	—	Der Ring um 180° gedreht.	
Summa 21 Beobachtungen excl. No. 1 u. 2.				243,95	455,85	—	—	—	—	—	—	776,05	129,7

6 September 1831

Mit Berücksichtigung obiger Correction erhält man

Summa 21 Beobachtungen. 261,55 S. 427,25 N. 748,05 O. 138,45 W.

6te Reihe am 7ten September.

Kleine Kugeln, mittelst eingeschraubter Oehre mit Pferdehaaren in die Zange gehängt. — Der Lothpunct war für den Stand S. der Zange bestimmt, und für den Stand N. ist die oben erwähnte Correction bei den einzelnen Beobachtungen in folgender Tabelle sofort schon angebracht.

Nicht reducirte Fallhöhe = 158<sup>m</sup>,5114

*7 September 1831*

No.	Kugel.	Tageszeit.	e		d	E		d	e		d	E		Zange.	Anmerkungen.
			südlich	nördlich		südlich	nördlich		östlich	westlich		östlich	westlich		
1	a V	12h50 A	—	+84,4	25,6	—	97,2	+27,24	—	27,7	41,09	—	N		
2	a VIII	1.10-	+5,8	—	26,2	66,9	—	—	+127,96	27,7	—	144,81	N		
3	a VI	1.20-	—	+25,5	28,2	—	39,6	—	+30,16	30,3	—	45,31	N		
4	b II	1.30-	—	+13,2	28,0	—	27,2	—	4,36	30,3	10,79	—	N		
5	c I	1.50-	—	+89,4	30,7	—	104,75	—	+120,16	29,0	—	134,66	N		
6	c III	2.12-	—	+134,0	27,1	—	147,55	+3,84	—	26,7	47,19	—	N		
7	c III	2.27-	—	—	28,6	3,0	—	+113,24	—	27,9	127,19	—	N		
8	b VII	2.38-	—	—	28,4	—	8,9	+5,44	—	29,6	68,24	—	N		
9	a I	2.54-	+4,5	—	26,0	25,4	—	+85,74	—	27,8	99,64	—	N		
10	a X	3.4-	+11,2	+117,8	26,0	—	130,8	+44,04	—	27,8	57,94	—	N		
11	b I	3.21-	—	+104,3	27,2	117,9	—	—	—	28,4	29,6	—	S	Dreht sich beim Abfallen um eine verticale Axe.	
12	a VIII	3.45-	—	+180,0	27,6	193,8	—	+15,4	—	27,8	94,4	—	S		
13	b III	4.4-	—	+104,6	26,7	117,95	—	+80,5	—	26,1	48,65	—	S		
14	a VIII	4.20-	—	+101,1	27,1	—	114,65	+35,6	—	27,8	32,4	—	S		
15	b VIII	4.31-	+20,3	—	27,8	34,2	—	—	+15,8	30,3	—	30,95	S		
16	b VI	4.50-	—	—	25,8	8,1	—	0	—	30,0	15,0	—	S		
17	b VIII	5.5-	—	—	27,7	—	21,95	+43,2	—	27,2	57,85	—	S		
18	a II	5.19-	—	+8,1	26,8	—	130,9	—	+6,3	27,2	—	19,9	S	Drehte sich vor dem Abfallen um eine verticale Axe.	
19	a III	5.30-	+91,0	—	26,0	104,0	—	—	+149,4	27,8	—	163,3	S		
20	c II	5.45-	—	+17,9	30,0	—	32,9	—	+10,7	29,0	3,8	—	S		
21	a VII	6.6-	—	+137,2	28,0	—	151,2	+14,0	—	26,0	27,0	—	S		
Summa 21 Beobachtungen					—	671,25	1007,6	—	—	—	760,78	535,93			

Auf Tafel *V* Figur 3 sind alle Punkte zusammengestellt, auf welche die einzelnen Kugeln fielen, nach, zur Hälfte der wirklichen Dimensionen, verjüngtem Maasstabe.

Verbindet man die in diesen 6 Reihen erhaltenen Resultate nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung, bei den einzelnen Angaben die erwähnten Correctionen wegen veränderten Lothpunctes berücksichtigend, und nennt man

die Anzahl der Versuche jeder Reihe, so wie die der Reihen =  $N$ .

die östliche Abweichung =  $X$ .

die südliche Abweichung =  $Y$ .

den Werth jeder Reihe, so wie den des Endresultats =  $P$ .

den wahrscheinlichsten Fehler jeder Reihe, so wie den des Endresultats =  $F$ .

den wahrscheinlichsten Fehler jeder einzelnen Beobachtung =  $f$ .

so erhält man

## Für die östliche Abweichung.

Versuchsreihe	N.	X.	P.	F.	f.
		Millimeter		Millimeter	
1te am 23, 24 u. 25. Aug.	22	+ 27,130	0,00350162	8,06	37,80
2te - 27sten August	12	+ 27,324	0,00116555	13,97	48,39
3te - 29sten —	12	+ 16,345	0,00226764	10,02	34,69
4te - 1ten September	18	+ 46,342	0,00353716	8,02	34,02
5te - 6ten —	21	+ 29,029	0,00648120	5,92	27,15
6te - 7ten —	21	+ 10,698	0,00181397	11,20	51,32
Hauptresultat	6 Reihen	+ 28,282	0,031124	2,703	

106 *Messungen*

## Für die südliche Abweichung.

Versuchsreihe	N.	Y.	P.	F.	f.
		Millimeter		Millimeter	
1te am 23, 24 u. 25. Aug.	22	+ 6,686	0,002311953	9,92	46,52
2te - 27sten August	12	+ 23,050	0,000831337	16,54	57,30
3te - 29sten —	12	- 1,358	0,000920104	15,72	54,47
4te - 1ten September	18	+ 12,492	0,008271970	5,24	22,25
5te - 6ten —	21	- 7,881	0,006195635	6,06	27,77
6te - 7ten —	21	- 16,017	0,001139191	14,13	64,75
Hauptresultat	6 Reihen	+ 5,061	0,0311992	2,700	

106 *Messungen*

Die Güte der Beobachtungen der einzelnen Reihen lässt sich am leichtesten aus den Werthen von  $f$  übersehen, und es zeigt sich offenbar, dass

1.) in der 1ten, 2ten, 3ten und 6ten Reihe, bei welchen die Zange angewendet wurde, die Bestimmung der südlichen Abweichung unsicherer ist, als die der östlichen, vermuthlich, weil das Oeffnen der Zange, welches ohngefähr im Meridiane geschah, von nachtheiligem Einflusse war.

2.) die grossen Kugeln der 1ten, 2ten und 3ten Reihe besser fielen, als die kleinen der 6ten.

3.) die Kugeln durch den Ring, in der 4ten und 5ten Reihe, obwohl sie auch kleine waren, bessere Resultate gaben, als die aus der Zange.

Dass aber

4.) die Kugeln durch den Ring, der 4ten und 5ten Reihe, in der Richtung des Meridians etwas bessere Resultate gegeben haben, als senkrecht darauf, scheint nur zufällig zu sein; es ist jedoch die Ursache, dass  $F$  für beide Richtungen im Hauptresultate gleich gross ausfällt.

Weil die Mittagslinie um  $1^{\circ}23'22''$  nach *NW.* falsch angegeben war, so sind die erhaltenen Endresultate danach zu corrigiren und geben definitiv

28,396 Millimeter östliche, und  
4,374 — südliche

Abweichung vom Lothpuncte.

Was die letztere betrifft, so übersteigt ihre Grösse den wahrscheinlichen Fehler nicht genug, um sie ausser allen Zweifel zu setzen, man sieht sich aber genöthigt, Benzenbergs Worte (a. a. O. pag. 359.) zu wiederholen: „sonderbar bleibt doch immer diese Tendenz der Fehler nach Süden.“

Die Fallhöhe kann genau genug durch das arithmetische Mittel bestimmt werden, es fielen nemlich

1 Kugel	von	158,4907	Meter	Höhe,
21 Kugeln	-	158,4960	-	-
24	-	158,5140	-	-
18	-	158,5593	-	-
21	-	158,51825	-	-
21	-	158,5114	-	-

daher im Mittel 158,51823 Meter Höhe, bei  $+17,012^{\circ}$  C

und bei  $0^\circ C$  und wegen einer aus dem Abrichten des Stockes herleitbaren Höhendifferenz um 0,0081 vermindert, (s. S. 20) die mittlere Fallhöhe  
 $= 158,5407$  Meter.

Um die erhaltene östliche Abweichung mit der Theorie zu vergleichen, hat man, nach Olbers Formel (siehe Benzenberg pag. 382.) von welcher die von Gauss (a. a. O. pag. 371.) nur im Ausdrücke abweicht

$$X = \frac{4 \pi \cos. \varphi. T'''}{3. \tau} \diamond (a - \frac{1}{2} \delta)$$

wo  $a$  die Fallhöhe  $= 158,5407^m$ , dann

$$a' = g'. T''^2 = 4,90439. \frac{360,59^2}{3600.} = 177,1372^m.$$

$$\delta = a' - a = 177,1372 - 158,5407 = 18,5965^m.$$

so wie

$$\tau = \text{der Zeit eines Sterntages} = 86400. \frac{365}{366} \diamond 60 \text{ Tertien}$$

$$= 86164. 60 \text{ Tertien};$$

$$X = \frac{4. \pi. \cos. 50^\circ 53' 22,481. 360,59}{3. 86164. 60.} \diamond (158,5407 - 9,2982)$$

$$= \frac{4 \pi. \cos. 50^\circ 53' 22,481. 360,59}{3. 86164. 60.} \diamond 149242,5 \text{ Millimeter}$$

$$= 27,512 \text{ Millimeter,}$$

welche Grösse vom erhaltenen Resultate nur um 0,770 Millimeter, also um weit weniger, als die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers übertroffen wird.

### *E.) Die von den Kugeln auf dem Stocke bewirkten Eindrücke.*

Die Beschaffenheit dieser Eindrücke verdient allerdings einiger Erwähnung. Sie waren fast ohne Ausnahme oval, und zwar fiel jederzeit ihre grosse Axe mit dem Radius der Jahrringe des Holzes zusammen, und es bestätigte sich hierdurch die bekannte Erfahrung, dass das Holz in der Richtung seiner Radien weniger Festigkeit hat, als in der Richtung der Jahresringe. Zugleich zeigte sich in der Mitte des Eindrucks ein rechteckiger Raum mit abgerundeten Ecken, wel-

cher tiefer als der übrige, und von demselben ziemlich scharf getrennt war. Am 27sten August wurden die Dimensionen von 4 solchen Eindrücken genauer gemessen, es war nach Tafel V Figur 1, welche den Eindruck der ersten Kugel darstellt:

	<i>ab</i>	<i>cd</i>	<i>ef</i>	<i>gh</i>	<i>ik</i>	
bei der 1ten	34.	30,5.	20,7.	12.	6,7	Millimeter.
- - 2ten	32,2.	30,8.	23,2.	14.	7,0	-
- - 3ten	31,5.	30,0.	19,8.	12,0.	4,3	-
- - 4ten	32,0.	32,0.	16,0.	12,5.	7,0	-

und *mk* variierte zwischen 4 und 5 Millimeter.

Wenn ein Eindruck auf mehrere Holzstücke fiel, deren Jahresringe verschiedene Richtung hatten, was besonders bei der Kanonenkugel häufig vorkam, so war derselbe oft anscheinend sehr unregelmässig, jedoch immer demselben Prinzipie folgend, z. B. wie auf Tafel V. Figur 2, wo den Mittelpuncten *abcd* der von vier Kugeln zusammengefallene Eindruck *efgh*, und dem gemeinschaftlichen Mittelpuncte *i* der Eindruck *klmn*, von einer grössern Zinnkugel, und der Eindruck *opqr*, von der Kanonenkugel entspricht.

#### *F.) Versuche über Compression der Luft in der Lotte durch die fallenden Kugeln.*

Kurz ehe eine Kugel unten aufflog, hörte man oben einen tiefen Ton; er rührte wahrscheinlich von einer durch die Kugel bewirkten Compression der Luft her. Man verband daher den einen Schenkel einer O förmig gebogenen, theilweise mit Spiritus gefüllten Glasröhre mit der verschlossenen Lotte, während der andere Schenkel nach Ausen mündete; es war indessen beim Fall der Kugel keine Bewegung der Flüssigkeit bemerkbar. — Jener tiefe Ton zeigte sich besonders intensiv beim Fall der Kanonenkugel.

