

Puncten dienten zwei in die an der Lotte befindlichen Latte angeschraubte kleine messingene Winkel, von denen der obere in einer Horizontalebene mit dem untersten Puncte der zuerst eingehängten Kugeln lag, während der untere 16 Meter davon entfernt war. Den obern siehe bei  $\alpha$  in Figur 1 und 2 auf Tafel I. Zur Bezeichnung des Drathes bedienten wir uns kleiner verschiebbarer messingener Hül- sen, die mittelst verschiebbarer Ringe, nach Art der Bleistifhülsen, befestigt wurden.

### *F. Vorrichtungen und Verfahren zu Ermittlung der Fallzeit.*

#### a.) Signalvorrichtung.

Nahe über dem zum Auffangen der Abweichungskugeln bestimmten Stocke wurde der um die Axe *ss* bewegliche eiserne Rahmen, Tafel IV Figur 3<sup>a</sup> und 3<sup>b</sup>, gestellt, und auf denselben dünne Bretchen gelegt, auf welche die durch die Lotte herabfallenden Kugeln aufschlagen, und so den Rahmen, mit ihm aber auch den daran befestigten, 45° gegen den Horizont geneigten, Metallspiegel *t*, verrücken mussten. — Von den drei neben einander gelegten Bretchen wurde das getroffene immer zerschlagen, und musste durch ein neues ersetzt werden. Da das Ganze auf der Seite des Rahmens ein bedeutendes Übergewicht hatte, so hiengen wir das hinteré Ende desselben anfangs mit einer Spiralfeder, später, weil durch die heftigen Stösse die untern Windungen derselben sich schnell dehnten, an dünnen Fäden, die bei jedem Falle erneuert wurden, äusserlich an der darüber befindlichen Lotte auf. Bei den Elfenbeinkugeln mussten die Fäden und Bretchen noch dünner gewählt werden, als bei den Metallkugeln. — Vor dem Spiegel, der sich nicht mehr unter der Lotte, sondern unter dem, auf ihrer Südseite von oben bis unten frei gebliebenen Raume befand, stellte man eine Argandsche Lampe dergestalt, dass ihr vom Spiegel zurückgeworfenes Bild am obern Ende der Lotte gesehen werden konnte, was, nach einigen wenigen Versuchen, sich leicht auf die Art bewerkstelligen liess, dass, in etwa 4 Meter Höhe über dem Spiegel, der reflectirte Strahl mitten durch eine gegen 0,07 Meter in's

Gevierte weite Bretöffnung gehen musste, wenn man auf der untern Station überzeugt seyn wollte, ob das Flammenbild auf der obern richtig werde gesehen werden. Es ist kaum zu sagen nöthig, dass der obere Beobachter den Moment des Auftreffens der Kugel an dem Verschwinden des Bildes der Lampe im Spiegel bemerkte.

#### b.) Die Uhr.

Schon Benzenberg (a. a. O. pag. 534) ist der Meinung, eine Uhr mit conischem (oder Centrifugal-) Pendel sei bei dergleichen Versuchen die beste Tertienuhr. Wir bedienten uns einer solchen; das Pendel macht Einen Umlauf in 80 Tertien, und der unmittelbar von ihm getriebene Zeiger giebt einzelne Tertien an.

An der Axe dieses Zeigers befindet sich eine Gabel, durch welche das Pendel umgetrieben wird. Hält man die Uhr an, so geht das Pendel mit seiner Gabel nichts desto weniger fort, nur mit dem Unterschied, dass diese nun von jenem getrieben wird. Allerdings wird dabei der Ausschlagswinkel des Pendels kleiner und kleiner, bis es nach 20 bis 30 Umgängen zur Ruhe kommt.

Keine Centrifugalpendeluhr wird bekanntlich einen ganz richtigen Gang haben, weil man den Einfluss der Temperatur, der verschiedenen Friction etc. nicht aufzuheben vermag; bei der gebrauchten ist die Unregelmässigkeit des Ganges dadurch vermehrt, dass sie von einer Feder ohne Schnecke getrieben wird, so dass kurz nach dem Aufziehen die Kraft stärker wirkt, das Pendel weiter ausschlägt, und die Uhr schneller geht, als wenn sie bald abgelaufen ist. Da es hier jedoch nur auf die richtige Bestimmung der Tertien während einiger Sekunden ankam, so konnte der Fehler nicht bedeutend werden; er ist übrigens dadurch möglichst vermindert worden, dass wir die Uhr immer wieder aufzogen, wenn sie eine Stunde gegangen war, und das Pendel so stellten, dass sie in einer Stunde 6 bis 10 Sekunden gegen einen Chronometer vorging; denn da zur Beobachtung es immer nöthig war, die Uhr anzuhalten, so verminderte sich dadurch ihr Ausschlag, und sie lief bei der Beobachtung langsamer, als bei ununterbrochenem Gange. Es war nicht möglich, die Grösse des dadurch herbeigeführten Fehlers zu schätzen, und es ist deshalb auch keine Correction

angebracht worden. Er dürfte jedoch für die Zeit von 6 Sekunden kaum in einzelnen Fällen 2 Tertien erreichen.

c.) Die Art der Beobachtung.

War eine Kugel in die Zange eingehängt, und ziemlich zur Ruhe gekommen; war ferner das Licht im Spiegel dem obren Beobachter sichtbar, so fasste derselbe mit der rechten Hand die Zange, mit der linken die Arretirung der, auf dem Tischchen *y* Figur 2 Tafel *I*, stehenden Uhr; er arretirte diese, und ein zweiter Beobachter las laut den Stand des Tertienzeigers ab, worauf der erste möglichst gleichzeitig die Zange öffnete und die Uhr fort- und so lange gehen liess, bis das Licht im Spiegel verschwand, worauf sogleich die Uhr arretirt wurde, bis der Stand des Tertienzeigers notirt war. Die Differenz dieses und des ersten Standes *plus* den ganzen Umgängen gab die Zeit, während welcher die Uhr im Gang, also auch die Kugel unterwegs gewesen war.

d.) Bestimmung des constanten Sinnesfehlers.

Von der gefundenen Fallzeit war noch abzuziehen die Zeitdifferenz, die möglicherweise zwischen dem Oeffnen der Zange und der Uhr, und ganz gewiss zwischen dem Auftreffen der Kugel und der Bewegung des Spiegels einerseits, andererseits zwischen dem Verschwinden des Lichts und der Arretirung der Uhr vergieng. Zu diesem Endzwecke wurde, nahe unter der obren Hauptbühne, die Bühne *zz* Figur 1 und 2 Tafel *I*. geschlagen, über ihr die Lotte auf der Südseite geöffnet und zum Verschliessen nach unten mit einem Schieber versehen, über welchem der Rahmen, Figur 3 Tafel *IV*, mit seinem ausserhalb der Lotte vorspringenden Spiegel angebracht, die Höhe vom untersten Punkte einer eingehängten Bleikugel bis zur Oberfläche des auf dem Rahmen liegenden Bretchens bestimmt, und die Fallzeit dieser Kugeln auf diese kleine Höhe grade so gemessen, wie auf die grosse. Die Differenz zwischen der beobachteten und der berechneten Fallzeit gab den constanten Fehler der Sinne. Diese Berechnung erfordert die Kenntniss des Fallraums in der erstèn Sekunde =  $g$ . Setzt man, nach Sabine, die Länge des einfachen Sekundenpendels unter dem Aequator =  $l^0$  =

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-