

Inhalt

C o p i e

des

Mètre der Archive.

Von

Dr. C. A. Steinheil.

247
251
252
254
257
262
264
268
270
272
279
280

Einführung

Beschreibung des Platin-Mètres der Archive zu Paris

Beschreibung des Platin-Mètres der Archive zu Paris

Beschreibung des Platin-Mètres der Archive zu Paris

Vorschritt zur Reduktion der Vergleichungen

Bestimmung des Werthes des Mikroskop-Mikrometers

Bestimmung des Werthes der Niveaubulle der Fühlröhre

Längenausdehnung des Archivmètres und der Glas-Copie

Thermometer

Vergleichungen des Archivmètres mit dem Glasmètre Nr. 1

Ergebnisse der Vergleichungen

Tafel für die Längen des Glasmètres in Millimètres bei versch. Temp.

I n h a l t.

Einleitung	247
Beschreibung des Platina-Mètre der Archive zu Paris	251
Beschreibung der Copie des Mètre	252
Beschreibung des Repsold'schen Comparators	254
Vorschrift zur Reduction der Vergleichen	257
Bestimmung des Werthes der Mikroskop-Mikrometer	262
Bestimmung des Werthes der Niveautheile der Fühl-niveaux	264
Längenausdehnung des Archivmètre und der Glas-Copie	268
Thermometer	270
Vergleichen des Archivmètre mit dem Glasmètre Nr. 1	272
Endergebniss der Vergleichen	279
Tafel für die Längen des Glasmètre in Millimètre bei versch. Temp.	280

C o p i e

des

Mètre der Archive.

Einleitung.

Nach dem Gesetze vom 8. Germinal des Jahres 3 der Republik ist als Einheit des französischen Längenmaases der „Etalon prototype“ zu betrachten, welcher in Platina von Fortin ausgeführt und nach sorgfältigen Vergleichen durch die Gelehrten *Borda, Lefèvre-Gineau* und *Lenoir* den 4. Messidor des Jahres 7 (22. Juni 1799) auf den Archiven des Reiches zu Paris deponirt wurde.

Dieser Platinastab, in seiner Axe gemessen, hat bei der Temperatur $= 0^{\circ}$ die Länge des definitiven Mètre, also des 10 Millionten Theils der Länge des Erdquadranten oder 443.296 Linien der Toise du Pérou, letztere bei $+ 13^{\circ}$ Réaumur oder 16.25° Centigrad Temperatur. Das Verhältniss des Mètre zur Toise ist direct aus den geodätischen Arbeiten abgeleitet worden. Nach diesem Verhältniss

von 443.296 Linien der Toise ist dann der Mètre mit möglichster Sorgfalt gemacht worden. *) Die Gränze, welche man bei den Vergleichen für die Genauigkeit stellte, ist $\frac{1}{1000}$ Par. Linie. Der Mètre der Archive ist also kein Urmaas, auf welchem die Vermessungen selbst beruhen, sondern ein abgeleitetes Maas aus der Toise, und die Toise muss als Urmaas betrachtet werden. In dem „Rapport sur les bases du nouveau système metrique,“ welchen die mathematisch-physikalische Klasse dem Institut national des sciences den 19. prairial an 7. vorlegte, sagt sie p. 641 (Base etc.) „Nous avons dit que le mètre, la dix-millionième partie du quart du méridien, est de 443¹.296 de la toise du Pérou. Une ligne mathématique qui auroit cette longueur, seroit donc le mètre, un mètre mathématique, idéal et à l'abri de toute variation. Mais il s'agit d'un étalon c'est-à-dire d'un mètre, si je puis m'exprimer ainsi, *matériel physique*, qui représente le mètre idéal etc.“ Der auf den Archiven nun deponirte Platinstab ist dieser physische Mètre, welcher von da an gesetzliche Gültigkeit erlangt hat. Es besteht also eigentlich die Definition des Mètre nur noch in so weit, als der Mètre der Archive wirklich die Länge 443.296 hat. Wäre er aber, aus was immer für Ursachen um Kleinigkeiten verschieden hiervon, so müsste man, um nicht zweierlei Mètre zu besitzen, offenbar die Definition aufgeben und sich an den wirklichen Etalon der Archive halten. Diess ist aber wirklich der Fall. Denn der Mètre der Archive ist wenigstens um kleinere Grössen als $\frac{1}{1000}$ Linie nicht mehr mit der Definition gleich. Die Definition kann also nicht mehr streng gelten, sondern nur nahe zu, und der Mètre ist jetzt die Länge des auf den Archiven zu Paris deponirten Platinastabes bei der Temperatur 0° gemessen in seiner Axe.

*) Base du système metr. T. III. p. 641.

Man kann sich daher auch nicht mit aller Schärfe den Mètre wieder ableiten aus der Toise, sondern ist genöthigt, um ihn möglichst genau zu erhalten, den Mètre prototyp der Archive zu copiren.

Bei solcher Bewandniss würde der Mètre, wo es auf letzte Genauigkeit ankömmt, für das Ausland weniger Interesse bieten als die Toise, wenn nicht wieder auf ihm das Kilogramm und die Feststellung vieler ausländischer Maasse beruhten. Wo durch Verordnungen die ausländischen Maasse in Theilen seiner Länge ausgedrückt sind, da muss man zur Erfüllung der Verordnung zum Platinamètre der Archive zurückkehren, sobald die Genauigkeit grösser seyn soll als die Genauigkeit war, mit welcher Frankreich diesen Etalon nach der Definition herstellte. Aber nicht in Abrede kann gestellt werden, dass dadurch jetzt, wo man in der Genauigkeit der Feststellung der Maasse viel weiter gehen kann, als zur Zeit, in welcher der Mètre entstand, zweierlei Maasseinheiten verbreitet werden, je nachdem man vom Mètre oder von der Toise du Pérou ausgeht. Diese Maasse mögen identisch seyn, so lange es sich nur um $\frac{1}{1000}$ Linie handelt. Sie sind es nicht mehr, sobald man kleinere Grössen mit Sicherheit erkennen kann. Da nun bereits viele Staaten ihre Maasseinheit durch die Toise, viele andere durch den Mètre festgestellt haben, so können diese untereinander abweichen um Grössen von der benannten Ordnung. Um sie direct vergleichbar zu machen, wäre also nöthig, das Verhältniss der Länge des wirklich hergestellten Mètre der Archive zur Toise mit der Genauigkeit zu kennen, die dem jetzigen Zustande der Wissenschaft entspricht. Das erste Erforderniss hiezu ist also, den Platinamètre der Archive so genau als möglich zu copiren und diese Copie dann mit der Toise von *Gambey* zu vergleichen, auf welche *Bessel* für Preussen die Gradvermessung, die Länge des einfachen Secundenpendels und den preussischen Fuss gegründet hat, auf welcher auch die

Dänische, und, wenn ich nicht irre, auch die Hannöversische Vermessung beruht. Denn nur dadurch würden die einzelnen Maase, welche aus der Toise hervorgegangen sind, scharf vergleichbar mit denen, welche aus dem Mètre entstanden.

Als ich im Jahre 1837 zu Paris das Kilogramm der Archive copirte, machte ich mir es zur Aufgabe, auch gleichzeitig eine möglichst genaue Copie des Platinamètre der Archive herzustellen, um seinerzeit den Unterschied mit den Grenzen der Sicherheit festzustellen, welcher zwischen den Definitionen und den von Frankreich wirklich ausgeführten Etalons in Maas und Gewicht besteht.

Hier werde ich nun über die Arbeiten berichten, welche die Herstellung der Copie des Platinamètre der Archive veranlasst hat.

Beschreibung des Platina-Mètre der Archive.

Der Platina-Mètre der Archive ist ein parallelepipedischer Körper, dessen Länge in der grössten Axe bei 0° als der Mètre erklärt wurde. Dieser Platinastab hat circa 25^{mm} Breite und gegen 4^{mm} Dicke. Bei der grossen specifischen Schwere des Platina, verbunden mit der Weiche des Metalles biegt sich derselbe sehr leicht und muss daher in vielen Punkten unterstützt werden, um in einer Ebene zu liegen. Die Endflächen des Mètre sind nicht schön gearbeitet, man erkennt noch Feilstriche darauf. Auch von früheren Vergleichungen her sind viele kleine Vertiefungen eingedrückt an den Stellen, wo die Comparatoren angelegen haben. Es gehört nach meiner Meinung zu der unglücklichsten Idee der französischen Maas- und Gewichts-Commission, dass sie den Mètre prototyp à bout — mit Endflächen — aus einem so sehr weichen Metalle, wie das Platina ist, ausgeführt habe. Zwar verlangt die Verordnung vom 18. germinal an 3. Art. II. „une règle de platine sur la quelle sera tracé le mètre.“ — Allein die Commission hat bloss das Metall nach dem Ausspruche des Gesetzes berücksichtigt, nicht, dass es ein Maas à trait hätte werden sollen. Dass ein Maas à bout genauer seyn könne, ist wohl keine Frage. Darin ist also wohl der Grund zu suchen, aus welchem die Commission hierin von dem Gesetze abging; aber Platina ist zu weich, um ein unveränderliches Maas à bout abzugeben.

Hatte man sich erlaubt, in Einem Puncte von der Verordnung abzuweichen, warum nicht auch in einem zweiten, der eigentlich notwendige Folge des ersten Abweichens hätte werden sollen? Platina hätte für ein Maas à trait gepasst. Es ist ganz untauglich für ein Maas à bout. Denn nicht nur die Endflächen sind durch die Operation des Vergleichens leicht zu ändern, auch die ganze Länge kann durch Stösse oder durch Biegungen Veränderungen erleiden, da die Elasticitätsgrenzen des Platina so leicht zu überschreiten sind.

Diese Betrachtungen kommen übrigens jetzt zu spät, da der Mètre nun einmal ein Platinastab à bout ist. Sie mögen also wenigstens dazu dienen, uns bei der Wahl des Stoffes für die Copie zu leiten.

Beschreibung der Copie des Mètre der Archive.

Ich habe den Mètre in Krystallglas copirt. Man hat mir eingewendet, Glas sey zu zerbrechlich und dehne sich nicht allmählich, sondern stossweise aus. Gegen den Vorwurf der Gebrechlichkeit entgegne ich: Glas zerbricht, wenn ein Stoss über seine Elasticitätsgrenze geht. Innerhalb dieser kehrt es wieder ganz zur ursprünglichen Gestalt zurück. Metall kann allerdings einen Stoss erhalten, der die Dimensionen ändert, ohne dass es zerbricht. Aber gerade desswegen scheint es zu Maasen weniger geeignet, als ein vollkommen elastischer Körper, weil er ändern *kann*, ohne dass man es sieht. Bei Glas ist diess nicht möglich. Wenn der Stoss über die Elasticitätsgrenze ging, also das zerstört ist, wozu der Maasstab dienen soll, — die bestimmte Länge, — dann ist auch der Stab in Trümmer gegangen und bearkundet die erlittene Veränderung. — Uebrigens hat sich mit ähnlichen Glasstäben ergeben, dass sie wohl 3 Fuss hoch auf Bretterböden fallen können, ohne zu zerbrechen. Will man von einem genauen Maastabe von Metall mehr verlangen?

Was die stossweise Ausdehnung betrifft, welche *Biot* beobachtet hat, so liegt die Erscheinung an der Unterlage, wenn nämlich diese sich nicht gleichzeitig mit dem Stabe ausdehnt, folglich der Stab durch Spannung an der Unterlage haftet, bis die Spannung endlich den Widerstand überwindet, was natürlich stossweise geschehen muss. Ich habe den Glasmètre auf Bleischrote (gleich grosse kleine Kugeln) gelegt, wobei er sich ohne Kraft nach jeder Richtung drehen kann und habe nichts von Stössen an den Fühlhebeln bemerken können, wohl aber eine gleichförmig fortschreitende Bewegung, wenn durch Annäherung der Hand der Glasstab erwärmt wurde. — Die Thatsache ist daher anders zu verstehen, als man sie verstanden hat, und bildet keinen Einwurf gegen Glas als Maas.

Glas hat aber noch wesentliche Vortheile. Es kann sehr genau bearbeitet und mit hochpolirten Flächen versehen werden. Es widersteht chemisch wenigstens ebensovielen Einwirkungen als Platina, und hat endlich eine sehr kleine, dem Platina fast ganz gleiche Längenausdehnung durch die Wärme.

Ich habe daher den Mètre in Glas copirt, von dessen chemischer Dauerhaftigkeit ich mich vorher überzeugte.

Dieser Glasmètre, ist von Repsold in Hamburg ausgeführt. Es ist ein Stab von weissem Spiegelglas 44^{mm} breit, 9^{mm} dick mit facettirten Kanten. Beide Ende sind erhaben kugelförmig abgeschliffen mit 30^{mm} Radius. Dann ist der Stab aus seinem geometrischen Mittelpunkt an beiden Enden sphärisch abgeschliffen und hoch polirt. Diese sphärischen Endflächen haben bloss 7.5^{mm} Durchmesser und sind kreisrund, da sie aus dem Durchschnitt der Abrundungssphäre mit 80^{mm} Radius und der Endsphären mit 500^{mm} Radius hervorgegangen sind. Das Maas des Mètre ist der kleinste Abstand der Mittelpunkte der beiden kreisrunden Endflächen, wenn der Stab auf einer

Horizontal-Ebene aufliegt. Die Endflächen sind ohne Politurfehler vollkommen rein. — Die Ausdehnung des Stabes habe ich für 1° Centigr. aus Vergleichen mit der Toise von *Gambey*, welche Conferenzzrath *Schumacher* gehört, gefunden

mm

0.00852 für 1° Centigr.

Beschreibung der Repsold'schen Comparatoren, welche zu den Vergleichen des Glasmètre = G mit dem Archieplatinamètre = P gedient haben.

Der Comparator ist von *Repsold* in Hamburg mit hoher Vollendung ausgeführt und gehört Conferenzzrath *Schumacher*, dessen Gefälligkeit ich die Erlaubniss der Benützung zu verdanken habe.

Er besteht in 2 einzelnen Apparaten, zwischen welche die zu vergleichenden Maase abwechselnd gebracht werden, nachdem die Comparatoren im gehörigen Abstände festgeschraubt sind an eine möglichst starke und unveränderliche Unterlage. Jeder Comparator besteht in einem sehr massiven Metallstücke in der Form einer horizontalen Platte. Auf dieser Platte geht, durch Mikrometergewinde bewegt, ein starker Schub, auf dem der eigentliche Berührungsapparat oder Comparator aufgeschraubt ist. An jeder der Grundplatten ist ein Mikroskop mit Ocular-Mikrometer fest angeschraubt, welches die Verstellungen des Schubers misst an einer Scala auf dem Schub, welche Theilung von 0.1 zu 0.1 Pariser Linie auf Silber aufgetragen ist. Um den Faden im Ocular des Mikroskopes auf der Scala des Schubers zu bewegen von Theilstrich zu Theil-

strich d. i. um 0.1 Pariser Linie, machen die Ocular-Mikrometer-Schrauben circa 5.02 Umgänge. Da nun der Trommelkopf dieser Schrauben in 100 Theile getheilt ist, so wird ein Trommeltheil nahe $\frac{1}{5000}$ Pariser-Linie und da man das Zehntel des Trommeltheils noch schätzen kann, so misst die Mikroskop-Schraube noch $\frac{1}{50000}$ einer Pariser Linie.

Mit diesem Schubert könnte man aber nicht direct die Berührung des einen Endes des Maasstabes bewirken, ohne darüber unsicher zu bleiben, mit welcher Kraft diese Berührung erfolgt. Denn die Schraube, die den Schubert bewegt, könnte noch sehr leicht gehen und doch schon eine starke Spannung des Schubers gegen das Ende des Maases bewirken. Eine solche Spannung würde aber jeden Maasstab zusammendrücken, vermöge der Elastizität aller Substanzen und folglich kürzer erscheinen lassen, als wenn die Spannung geringer wäre. Es bedarf daher jeder Comparator noch einer besondern Vorrichtung, durch welche bewirkt wird, dass der Druck gegen den Berührungspunct des Maasstabes mit gleicher Kraft erfolge. —

Diess hat Repsold durch Anbringung seiner Fühl-Niveaux bewirkt. Auf jedem der horizontalen Schubert sind nämlich zwei Cylinder befestigt, die genau parallel stehen und einem Metallstück zur Führung dienen, was in der Richtung der Axen der Cylinder, also auf- und niederbewegt werden kann. Dieses Metallstück wollen wir Vertikalschubert nennen. Der Vertikalschubert ist nun horizontal, oder eigentlich genau parallel mit der Bewegung des Horizontal-Schubers cylinderisch durchbohrt. In diese Bohrung ist ein Stahlcylinder höchst genau eingepasst, so dass er vollkommen leicht hin und her bewegt werden kann, ohne in der Bohrung zu wanken (ohne Seitenbewegungen zu machen). Dieser Stahlcylinder ist nun bestimmt zur Berührung des Maasstabes. Wird nämlich der Horizontal-Schubert noch

weiter gegen das Maas vorgeschraubt, als zur Berührung nöthig war, so gibt der Cylinder dem Widerstand nach und schiebt sich in seiner cylinderischen Büchse zurück. Nun ist aber noch eine Vorrichtung nöthig, welche angibt, wieviel er sich zurückgeschoben hat, und welche ihn mit einer gewissen Kraft gegen das Maas hinschiebt, wenn man etwa mit dem Horizontalschuber zurückgehen wollte.

Diese Vorrichtung ist das Fühlniveau. Denken wir uns eine Wasserwage parallel mit dem Schubcylinder drehbar um eine horizontale, normal zu der Längsaxe der Wasserwage. Nehmen wir also an, die Wasserwage stehe auf einem Metallstück, was sich zwischen Spitzen nach Art eines Wagebalkens bewegen kann und nach unten einen vertikalen Ansatz hat. Der Schubcylinder treffe nun gegen diesen Ansatz am Träger des Niveaus und der Horizontalschuber werde vorwärts geschraubt so, dass der Schubcylinder gegen den Maasstab drücke, dem Widerstand weichend zurückgehe und folglich den Ansatz am Niveauträger zurückschiebe, so wird nothwendig die Wasserwage ihre Neigung ändern und also, da sie in Scalatheile getheilt ist, nach solchen messen, wieviel der Cylinder zurückgegangen ist.

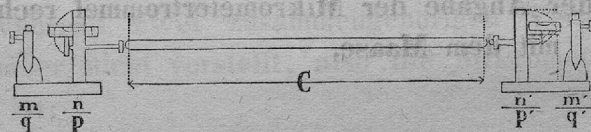
Darnach wird es jetzt leicht begreiflich, wie das Niveau, durch den Berührungscylinder bewegt, dazu diene, den Horizontalschuber immer wieder genau auf denselben Punkt vorzuschieben oder kleine Abweichungen davon zu messen, den Berührungscylinder aber stets mit gleicher Kraft gegen den Maasstab anzudrücken, indem ein gewisses Uebergewicht gelassen ist in dem wagebalkenartigen Träger des Niveau, was den Berührungscylinder vorwärts schiebt.

Dieser Comparator kann also eigentlich in doppelter Art zum Vergleichen zweier sehr nahe gleich langer Maasse angewendet werden. Einmal, indem man die Horizontalschuber verstellt, bis die

Niveaux einspielen, oder indem man bloss die Unterschiede in der Stellung der Niveaux beobachtet und daraus den Längenunterschied der Maase ableitet. Beide Methoden sind bei Vergleichen des Glasmètre mit dem Platinamètre der Archive angewendet worden.

Wir werden daher jetzt die Vorschrift entwickeln, nach welcher die Längendifferenz zweier Stäbe gefunden wird, wenn diese Stäbe abwechselnd zwischen die Berührungscylinder der Comparatoren gebracht werden und jedesmal die Angaben der Niveaux und der Mikroskop-Mikrometer notirt sind.

Vorschrift zur Reduction der Vergleichen des Platinamètre der Archive = P mit dem Glasmètre
Nro. 1 = G.



Man vergleicht unter der Voraussetzung, dass während zwei zusammengehöriger Comparationen von Original und Copie ein gewisser Abstand C unverändert bleibe. Unter dieser Voraussetzung ist die Länge des Platinamètre der Archive

$$\left. \begin{aligned} P &= C + \frac{n}{p} + \frac{n'}{p'} + \frac{m}{q} + \frac{m'}{q'} \\ \text{und die Länge des Glasmètre} \\ G &= C + \frac{N}{p} + \frac{N'}{p'} + \frac{M}{q} + \frac{M'}{q'} \end{aligned} \right\} (1)$$

In diesen Ausdrücken ist für den Platinamètre

$$n = \frac{a + a'}{2} = \text{der Angabe des Niveau links im Mittel der beiden Endpunkte der Blase}$$

$$n' = \frac{b + b'}{2} = \text{der Angabe des Niveau rechts im Mittel der beiden Endpunkte der Blase}$$

$$m = \text{der Angabe der Mikrometertrommel links, wachsend mit dem Maase}$$

$$m' = \text{der Angabe der Mikrometertrommel rechts, wachsend mit dem Maase,}$$

und für die Glascope G

$$N = \frac{A + A'}{2} = \text{der Angabe des Niveau links im Mittel aus Anfang und Ende der Blase,}$$

$$N' = \frac{B + B'}{2} = \text{der Angabe des Niveau rechts im Mittel aus Anfang und Ende der Blase,}$$

$$M = \text{der Angabe der Mikrometertrommel links, wachsend mit dem Maase,}$$

$$M' = \text{der Angabe der Mikrometertrommel rechts, wachsend mit dem Maase,}$$

überhaupt

$$p = \text{Anzahl der Niveanthteile links auf 1 Millimètre.}$$

$$p' = \text{Anzahl der Niveanthteile rechts auf 1 Millimètre.}$$

$$q = \text{Anzahl der Mikrometer-Trommeltheile links auf 1 Mill.}$$

$$q' = \text{Anzahl der Mikrometer-Trommeltheile rechts auf 1 Mill.}$$

Eliminirt man aus den Gleichungen (I) C, so wird:

$$P - G = \frac{n - N}{p} + \frac{n' - N'}{p'} + \frac{m - M}{q} + \frac{m' - M'}{q'}$$

Da nun die später anzuführenden Beobachtungen ergeben, dass auf 1 Einheit der 5ten Zifferstelle

$$q = q'$$

ist, in die Reduktion aber höchstens 4 Zifferstellen eingehen, so setzen wir:

$$P - G = \frac{n - N}{p} + \frac{n' - N'}{p'} + \frac{m - M + m' - M'}{q} \quad \text{(II)}$$

Bei den ersten Vergleichen wurde das Niveau links nicht vom Mittelpunkte des Apparates aus abgelesen, wie die Formel (II) voraussetzt, sondern von der Linken zur Rechten. Wir haben also zu setzen:

$$\begin{array}{l} \text{statt } n, \text{ — } n \\ \text{statt } N, \text{ — } N, \text{ dann wird} \end{array}$$

$$P - G = \frac{n' - N'}{p'} - \frac{n - N}{p} + \frac{(m - M) + (m' - M')}{q} \quad \text{(III)}$$

welcher Ausdruck für den Fall gilt, wo beide Niveau von links nach rechts abgelesen wurden.

Wird während zwei zusammengehörigen Vergleichen der Horizontalschuber nicht verstellt, also die Mikrometertrommel nicht geändert, so ist:

$$m = M, m' = M'; \text{ daher}$$

wenn die Niveaux von Mittel aus abgelesen werden:

$$P - G = \frac{n - N}{p} + \frac{n' - N'}{p'} \quad \text{(IV)}$$

und wenn beide Niveaux von der Linken zur Rechten abgelesen werden:

$$P - G = -\frac{n - N}{p} + \frac{n' - N'}{p'} \quad \text{(V)}$$

Bevor wir nun die Vergleichen selbst anführen, haben wir die Art und Weise anzugeben, in welcher der Comparator auf den Archiven zu Paris aufgestellt und benützt wurde.

Da die Längen-Comparationen sämmtlich von Herrn *U. Pohrt* (gegenwärtig an der Sternwarte Pulkowa angestellt) beobachtet sind, welcher mich nach Paris begleitete, um Theil an den Arbeiten zu nehmen, so führe ich hier seine eigenen Worte an, mit welchen er die Art des Gebrauches des *Repsold'schen* Comparators bei den Vergleichen des Normalmètre der Archive mit dem Glasmètre Nro. 1 in seinem Tagebuche notirt hat:

„Die Vergleichung wurde im k. Archiv in dem Saale, in welchem der Trésor des chartes aufbewahrt wird, gemacht. Am W. N. W. Fenster dieses Saales stand der Apparat auf einem soliden Tisch, der zwischen die Fenstermauern gekeilt war.

„Der Comparator ist auf die hohe Kante einer 3 Zoll dicken und 6 Zoll breiten eichenen Planke geschraubt. Die vertikale Verschiebung der Fühl-niveaux wird nicht gebraucht. Die Vergleichung geschieht durch eine horizontale Verschiebung der Maase.

„Auf der eichenen Planke zwischen beiden Theilen des Comparators ist mit Nägeln ein Kästchen von Tannenholz befestigt (96 Centim. lang, 9 Zoll breit und 5 Zoll hoch.) Das Kästchen ist unten offen, damit es leicht die äussere Temperatur annehmen kann. Die Dicke der Bretter, aus denen das Kästchen zusammengesetzt ist, ist 1“.

„Auf diesem Kästchen liegt eine Spiegelglasplatte (98 C. lang, 10 Zoll breit und 3.5 Linien dick). Sie ist durch zwei Keile von Messing horizontal gestellt.

„Beide Maase liegen auf einer zweiten Glasplatte, die dieselbe Länge und Dicke als die erste hat, aber nur einige Linien breiter ist, als beide Maase nebeneinander. Zwischen beiden Glasplatten sind Schrote von einem Durchmesser von 0^{'''}.4 Linien.

„Das Platinamètre liegt, damit es sich gehörig ausdehnen kann und damit es mit dem Glasmètre gleich hoch ist, wieder auf Schrotten. Damit die Schrote das Platina nicht zerkratzen, ist zwischen den Mètre und die Schrote feines Papier gelegt.

„Auf den kleinen stählernen Cylinder der Fühlniveauux (ich nannte ihn Berührungs-Cylinder) sind an den Enden, mit denen sie die Maase berühren, kleine Halbkugeln von Elfenbein gekittet; weil diese Halbkugeln excentrisch aufgekittet sind (um die Berührungspunkte genau in die Mitte der Endflächen der Maase zu bringen), so wird darauf geachtet, dass die Cylinder nicht gedreht werden.

„Auf die grosse Glastafel sind 4 kleine Stückchen Glas mit Siegelack aufgekittet; gegen 2 dieser Stückchen Glas wird die kleinere Glastafel geschoben, wenn das Glasmètre gemessen wird und gegen die 2 ähnlichen gegenüberstehenden, wenn das Platinamètre gemessen wird. Messingene Keile sind noch vor die 4 kleinen Glasstückchen geschoben. Damit die beiden Maase sich nicht auf der kleinen Glasplatte verschieben können, so sind auch auf diese 2 Stückchen Glas gekittet, an welche das Mètre von Platina anliegt und bei jeder Vergleichung wird darauf geachtet, dass das Glasmètre das Platinamètre berührt und dass das Platinamètre an den Glasstückchen anliegt.“

Durch diese Einrichtung war also erzielt, dass sich Glas- und Platinamètre in allen Richtungen vollkommen frei ausdehnen konnten, dass sie in einer *Ebene* auflagen und dass sie genau in der *Axe* der Stäbe verglichen wurden. Zur Verminderung der Einwirkung der strahlenden Wärme bei Annäherung des Beobachters, wurden beide Mètre mit Hüllen von Papier gedeckt. Die Anordnung gab, wie die Beobachtungen nachweisen werden, ganz gute Bestimmungen, jedoch mit grösserem zufälligem Fehler, als nach *Bessel's* Methode, wo die Maase unter *Weingeist* verglichen werden. Ich konnte jedoch *Bessel's* Methode nicht anwenden, da es nicht gestattet wurde, den Mètre der Archive in irgend eine tropfbare Flüssigkeit einzutauchen.

*Bestimmung des Werthes der Mikroskop-Mikromèter
q und q' des Repsold'schen Comparators.*

Der Längenunterschied zwischen dem Mètre der Archive *P* und dem Glasmètre *G* beträgt kein Hundertel Millimeter. Es ist daher klar, dass man keine genaue Bestimmung der Mikrometer-Schrauben nöthig hat. Es kann noch bemerkt werden, dass aus demselben Grunde eine Untersuchung der Trommeltheile als Function des Umganges und der ganzen Umgänge unterblieben ist. Sie würde übrigens, wenn Abweichungen wirklich vorhanden wären, was nicht wohl anzunehmen ist, da *Repsold* die Schrauben gemacht hat, nur den zufälligen Fehler der einzelnen Beobachtung vermindern, aber an dem Mittelwerthe nichts ändern. Endlich ist es aus demselben Grunde auch nicht nöthig, die Ausdehnungen der Schraube und des Maas-

stabes, welcher zu ihrer Werths-Bestimmung diene, in Rechnung zu ziehen.

Da auf dem Horizontalschuber eine sehr vollkommene Theilung von 0.1 zu 0.1 Par. Linie angebracht ist, so haben wir den Werth der Mikroskop-Mikrometer dadurch ermittelt, dass wir mit dieser Schraube einen Theil, also 0.1 Par. Linie, öfters massen.

Mikroskop links:

Mikroskop rechts:

u		u	
0.33.5)		0.82.4)	
0.34.2)		0.82.7)	
0.34.1)	0.33.75	0.82.0)	0.82.32
0.33.2)		0.82.2)	
5.36.4)		5.84.8)	
5.35.8)		5.84.0)	
5.35.7)	5.36.12	5.84.1)	5.84.40
5.36.6)		5.84.7)	
0.33.8)		0.82.0)	
0.34.2)		0.81.5)	
0.34.3)	0.33.90	0.83.0)	0.82.27
0.33.3)		0.82.6)	
5.36.1)		5.83.7)	
5.35.2)		5.83.8)	
5.36.5)	5.36.07	5.85.1)	5.84.22
5.36.5)		5.84.3)	

Was gibt:	u	u
0.1	= 5.02.37	0.1 = 5.02.08
	= 5.02.22	= 5.02.13
	= 5.02.17	= 5.01.95
Im Mittel:	= 5.02.25	= 5.02.05

Mikroskop links: Mikroskop rechts:

also Trommeltheil auf

Millim.

$$1 = 2226.4 = 2225.6$$

$$1 = 2226.0 = q = q' \quad \log. q = 3.34753$$

Tr.Th. mm

$$1 = 0.0004492$$

Bestimmung des Werthes der Niveaulheile in Millimetern.

Wir lassen den Berührungscylinder gegen eine feste Vorlage im Comparator drücken und verstellen den Horizontalschuber vor- und rückwärts um Grössen, welche die Niveaux noch messen können. Gleichzeitig messen wir die Verstellung der Horizontalschuber durch die Mikroskop-Mikrometer. Wir erhalten so das Verhältniss der Werthe der Niveaulheile zu den Trommeltheilen und da wir letztere schon in Theilen des Millimeters kennen, auch die Niveaulheile in Millimeter. Die Beobachtungen, bei welchen die Niveaux immer von der Mitte des Apparates abgelesen, die Trommeln in derselben Richtung eingestellt werden, sind folgende:

<i>A p p a r a t l i n k s :</i>					
<i>Niveau</i>		<i>Mittel</i>	<i>Mikroskop</i>	<i>Niveau Th.</i>	<i>Trommel Th.</i>
16.3	2.3	9.3	39.45		
16.4	2.4	9.4	39.40	12.25	19.77
28.7	14.7	21.7	19.85		
28.5	14.5	21.5	19.45	12.65	22.05

<i>Apparat links:</i>					
<i>Niveau</i>		<i>Mittel</i>	<i>Mikroskop</i>	<i>Niveau-Th.</i>	<i>Trommel-Th.</i>
16.0	1.9	8.95	41.55		
16.0	1.9	8.95	41.85	12.05	19.90
28.0	14.0	21.0	21.65		
28.0	14.0	21.0	21.55	11.90	18.47
16.1	2.1	9.1	40.35		
16.1	2.1	9.1	39.80	11.85	18.50
27.9	13.9	20.9	21.50		
28.0	14.0	21.0	21.65	11.60	19.88
16.2	2.2	9.2	41.40		
16.5	2.5	9.5	41.50	11.02	19.15
27.3	13.4	20.35	21.95		
27.4	13.4	20.40	22.65	11.57	19.32
15.8	1.8	8.80	41.50		
15.8	1.8	8.80	41.75	12.22	18.97
28.0	14.0	21.00	22.30		
28.1	14.0	21.05	23.0	1.97	3.07
26.1	12.0	19.05	26.05		
26.1	12.0	19.05	25.40	2.10	4.45
24.0	9.9	16.95	29.65		
24.0	9.9	16.95	30.70	1.80	3.03
22.2	8.2	15.20	33.05		
22.1	8.1	15.10	33.35	2.35	2.87
19.8	5.9	12.85	35.90		
19.7	5.8	12.75	36.25	2.00	3.50
17.7	3.8	10.75	39.65		
17.8	3.9	10.85	39.50		
15.8	1.8	8.80	43.35	2.01	4.47
15.8	1.8	8.80	42.40		
15.7	1.8	8.75	45.40		
15.8	1.8	8.80	45.00	2.41	2.79
18.2	4.2	11.2	41.30		
18.2	4.2	11.2	41.20	2.20	4.45
20.4	6.5	13.45	37.45		
20.3	6.4	13.35	36.15	2.12	3.48
22.6	8.6	15.6	33.50		
22.4	8.5	15.45	33.15	1.48	1.50
24.0	10.0	17.0	31.55		
24.0	10.0	17.0	32.10	2.00	4.42
26.0	12.0	19.0	27.65		
26.0	12.0	19.0	27.15	1.02	1.65

<i>A p p a r a t l i n k s.</i>					
<i>Niveau</i>		<i>Mittel</i>	<i>Mikroskop</i>	<i>Niveau-Thl.</i>	<i>Trommel-Th.</i>
27.0	13.1	20.05	25.60	1.30	2.58
27.0	13.0	20.0 ^{20.20}	25.90 ^{25.75}		
28.3	14.2	21.25 ^{21.32}	23.25 ^{23.17}		
28.4	14.4	21.40	23.10		
				131.87	218.27

Woraus folgt 1 Niveautheil = 1.655 Trommeltheile oder:

$$\frac{\text{mm}}{1} = \frac{\text{Niv.-Thl.}}{1344.9} = p. \quad \log. p. = 3.12868$$

$$\frac{\text{Niv.-Thl.}}{1} = \frac{\text{mm}}{0.0007436}$$

<i>A p p a r a t r e c h t s.</i>					
<i>Niveau</i>		<i>Mittel</i>	<i>Mikroskop</i>	<i>Niveau-Thl.</i>	<i>Trommel-Th.</i>
14.2	29.1	21.65	74.70	11.48	11.53
14.4	29.3	21.85 ^{21.75}	75.95 ^{75.32}		
2.8	17.7	10.25	86.75 ^{86.85}		
2.9	17.7	10.30 ^{10.27}	86.95	11.15	11.88
13.9	29.0	21.45	74.70 ^{74.97}	12.32	13.80
13.9	28.9	21.40 ^{21.42}	75.25		
1.7	16.4	9.05	88.95 ^{88.77}	13.00	14.37
1.8	16.5	9.15 ^{9.10}	88.60		
14.4	29.3	21.85	74.35 ^{74.50}	12.63	13.05
14.9	29.8	22.35 ^{22.10}	74.65		
1.9	16.7	9.3	87.70 ^{87.55}	12.68	12.80
2.2	17.1	9.65 ^{9.47}	87.40		
14.5	29.3	21.9	74.70 ^{74.75}	12.15	12.90
14.9	29.8	22.35 ^{22.12}	74.80		
2.5	17.3	9.9 ^{9.97}	87.50 ^{87.65}		

<i>Apparat rechts.</i>					
<i>Niveau</i>		<i>Mittel</i>	<i>Mikroskop</i>	<i>Niveau-Thl.</i>	<i>Trommel-Th.</i>
2.5	17.4	9.95 ^{9.97}	87.80 ^{87.65}	10.70	10.88
13.1	28.1	20.6	77.50		
13.3	28.2	20.75 ^{20.67}	76.05 ^{76.77}	11.12	11.80
2.1	17.0	9.55	88.35		
2.1	17.0	9.55 ^{9.55}	88.80 ^{88.57}	2.12	2.02
3.9	18.6	11.25	86.45		
4.9	19.3	12.10 ^{11.67}	86.65 ^{86.55}	2.15	2.23
6.3	21.3	13.80	83.60		
6.4	21.3	13.85 ^{13.82}	85.05 ^{84.32}	1.63	2.10
8.0	22.9	15.45	82.30		
8.0	22.9	15.45 ^{15.45}	82.15 ^{82.22}	2.22	3.25
9.9	24.8	17.35	79.15		
10.7	25.3	18.00 ^{17.67}	78.80 ^{78.97}	1.83	1.45
12.0	27.0	19.50	77.65		
12.0	27.0	19.50 ^{19.50}	77.40 ^{77.52}	2.27	1.80
14.3	29.1	21.70	74.90		
14.4	29.3	21.85 ^{21.77}	76.55 ^{75.72}	2.25	1.70
12.1	27.0	19.55	77.00		
12.0	27.0	19.50 ^{18.52}	77.85 ^{77.42}	1.90	3.18
10.0	25.0	17.50	81.20		
10.3	25.2	17.75 ^{17.62}	80.00 ^{80.60}	2.15	2.45
7.9	22.8	15.35	83.15		
8.1	23.1	15.60 ^{15.47}	82.95 ^{83.05}	1.95	2.12
5.9	20.7	13.30	85.60		
6.3	21.2	13.75 ^{13.52}	84.75 ^{85.17}	2.55	1.78
3.7	18.3	11.0	86.75		
3.6	18.3	10.95 ^{10.97}	87.15 ^{86.95}	1.77	1.62
1.8	16.6	9.2	88.10		
1.8	16.6	9.2 ^{9.20}	89.05 ^{88.57}		
				132.02	138.71

Es wird daher:

1 Niveautheil = 1.0507 Trommelleile oder:

$$1 \frac{\text{mm}}{\text{Niv.-Th.}} = 2118.6 = p; \log. p = 3.32606$$

$$1 \frac{\text{Niv.-Th.}}{\text{mm}} = 0.000472$$

Wenn wir also die Resultate zusammenstellen, so ist:

		$q = q' = 2226.0$			
		$p = 1344.9$			
		$p' = 2118.6$			
10.01	07.01	20.00	17.00	1.00	1.00
11.01	08.01	21.00	18.00	2.00	2.00
12.01	09.01	22.00	19.00	3.00	3.00
13.01	10.01	23.00	20.00	4.00	4.00
14.01	11.01	24.00	21.00	5.00	5.00
15.01	12.01	25.00	22.00	6.00	6.00
16.01	13.01	26.00	23.00	7.00	7.00
17.01	14.01	27.00	24.00	8.00	8.00
18.01	15.01	28.00	25.00	9.00	9.00
19.01	16.01	29.00	26.00	10.00	10.00
20.01	17.01	30.00	27.00	11.00	11.00
21.01	18.01	31.00	28.00	12.00	12.00
22.01	19.01	32.00	29.00	13.00	13.00
23.01	20.01	33.00	30.00	14.00	14.00
24.01	21.01	34.00	31.00	15.00	15.00
25.01	22.01	35.00	32.00	16.00	16.00
26.01	23.01	36.00	33.00	17.00	17.00
27.01	24.01	37.00	34.00	18.00	18.00
28.01	25.01	38.00	35.00	19.00	19.00
29.01	26.01	39.00	36.00	20.00	20.00
30.01	27.01	40.00	37.00	21.00	21.00
31.01	28.01	41.00	38.00	22.00	22.00
32.01	29.01	42.00	39.00	23.00	23.00
33.01	30.01	43.00	40.00	24.00	24.00
34.01	31.01	44.00	41.00	25.00	25.00
35.01	32.01	45.00	42.00	26.00	26.00
36.01	33.01	46.00	43.00	27.00	27.00
37.01	34.01	47.00	44.00	28.00	28.00
38.01	35.01	48.00	45.00	29.00	29.00
39.01	36.01	49.00	46.00	30.00	30.00
40.01	37.01	50.00	47.00	31.00	31.00
41.01	38.01	51.00	48.00	32.00	32.00
42.01	39.01	52.00	49.00	33.00	33.00
43.01	40.01	53.00	50.00	34.00	34.00
44.01	41.01	54.00	51.00	35.00	35.00
45.01	42.01	55.00	52.00	36.00	36.00
46.01	43.01	56.00	53.00	37.00	37.00
47.01	44.01	57.00	54.00	38.00	38.00
48.01	45.01	58.00	55.00	39.00	39.00
49.01	46.01	59.00	56.00	40.00	40.00
50.01	47.01	60.00	57.00	41.00	41.00
51.01	48.01	61.00	58.00	42.00	42.00
52.01	49.01	62.00	59.00	43.00	43.00
53.01	50.01	63.00	60.00	44.00	44.00
54.01	51.01	64.00	61.00	45.00	45.00
55.01	52.01	65.00	62.00	46.00	46.00
56.01	53.01	66.00	63.00	47.00	47.00
57.01	54.01	67.00	64.00	48.00	48.00
58.01	55.01	68.00	65.00	49.00	49.00
59.01	56.01	69.00	66.00	50.00	50.00
60.01	57.01	70.00	67.00	51.00	51.00
61.01	58.01	71.00	68.00	52.00	52.00
62.01	59.01	72.00	69.00	53.00	53.00
63.01	60.01	73.00	70.00	54.00	54.00
64.01	61.01	74.00	71.00	55.00	55.00
65.01	62.01	75.00	72.00	56.00	56.00
66.01	63.01	76.00	73.00	57.00	57.00
67.01	64.01	77.00	74.00	58.00	58.00
68.01	65.01	78.00	75.00	59.00	59.00
69.01	66.01	79.00	76.00	60.00	60.00
70.01	67.01	80.00	77.00	61.00	61.00
71.01	68.01	81.00	78.00	62.00	62.00
72.01	69.01	82.00	79.00	63.00	63.00
73.01	70.01	83.00	80.00	64.00	64.00
74.01	71.01	84.00	81.00	65.00	65.00
75.01	72.01	85.00	82.00	66.00	66.00
76.01	73.01	86.00	83.00	67.00	67.00
77.01	74.01	87.00	84.00	68.00	68.00
78.01	75.01	88.00	85.00	69.00	69.00
79.01	76.01	89.00	86.00	70.00	70.00
80.01	77.01	90.00	87.00	71.00	71.00
81.01	78.01	91.00	88.00	72.00	72.00
82.01	79.01	92.00	89.00	73.00	73.00
83.01	80.01	93.00	90.00	74.00	74.00
84.01	81.01	94.00	91.00	75.00	75.00
85.01	82.01	95.00	92.00	76.00	76.00
86.01	83.01	96.00	93.00	77.00	77.00
87.01	84.01	97.00	94.00	78.00	78.00
88.01	85.01	98.00	95.00	79.00	79.00
89.01	86.01	99.00	96.00	80.00	80.00
90.01	87.01	100.00	97.00	81.00	81.00
91.01	88.01	101.00	98.00	82.00	82.00
92.01	89.01	102.00	99.00	83.00	83.00
93.01	90.01	103.00	100.00	84.00	84.00
94.01	91.01	104.00	101.00	85.00	85.00
95.01	92.01	105.00	102.00	86.00	86.00
96.01	93.01	106.00	103.00	87.00	87.00
97.01	94.01	107.00	104.00	88.00	88.00
98.01	95.01	108.00	105.00	89.00	89.00
99.01	96.01	109.00	106.00	90.00	90.00
100.01	97.01	110.00	107.00	91.00	91.00

Ueber die Längenausdehnung des Archivmètre und des Glasmètre und Vergleichung der Thermometer.

Die Temperaturen haben auf die Vergleichen des Glasmètre mit dem Archivmètre nur einen sehr geringen Einfluss, da die Längenausdehnung des P sehr nahe gleich ist der Längenausdehnung unseres Glasstabes G. Es wäre sehr interessant gewesen, eine selbstständige Bestimmung der Längenausdehnung des Archivmètre zu erhalten. Eine solche ist bekanntlich bei Herstellung des Mètre prototype nicht vorgenommen worden. Man hat sich begnügt, den Ausdehnungs-Coëffizienten für Platina überhaupt so anzunehmen, wie ihn Borda festgestellt hat. Da nun die Länge des Archivmètre abgeleitet wurde aus der Länge des provisorischen Mètre von Messing, und dabei mit Borda's Coëffizienten gerechnet wurde, so liegt darin der Bestimmungsgrund, bei dieser vorausgesetzten Ausdehnung zu bleiben. Diese ist für 1° Centigr. = 0.00000856 (Siehe Base du syst. mètr. T. III., p. 469). Die Ausdehnung des Glasstabes konnte auf einem unabhängigen Wege erhalten werden. Von derselben Glasplatte nämlich, von welcher der Glasmètre G abgeschnitten ist, wurden auch zwei halbe Glastoisen angefertigt. Diese Glastoisen aber sind verglichen bei sehr verschiedenen Temperaturen mit einer Toise von Gambey, deren Längenausdehnung Geheimerath

Bessel angenommen hat zu 0.00004126 (Siehe Darstellung der Untersuchungen und Maasregeln, welche in den Jahren 1835—39 durch die Einheit des preussischen Längenmaases veranlasst worden sind, von *F. W. Bessel*. Berlin 1839. 4^o pag. 90 und 32.) Daraus folgt aber die Bestimmung der Längenausdehnung des Glasstabes *G*. Aus 6 Beobachtungsreihen zwischen *Gambey's* Toise und der Glastoise findet sich der Unterschied der Ausdehnung für 1°C zwischen der Toise von *Gambey* und den 2 halben Glastoisen — 0'''.002367, welcher allen Beobachtungen möglichst nahe entspricht. Wird dieser von der Längenänderung der Toise von *Gambey* für 1°C = 0'''.00973 abgezogen, so bleibt für die Ausdehnung der Glastoise

$$\text{für } 1^{\circ}\text{C} \quad 0'''.00736$$

Also für die Ausdehnung des Glasmètre für 1°C 0.00000852 } der
Die Ausdehnung des Platinmètre für 1°C ist aber 0.00000856 } ganzen
Länge.

Daher ist der Unterschied in der Ausdehnung zwischen *P* und *G* so klein, dass die Temperaturen der Vergleichung nur einen geringen Einfluss üben. Da wir nun die Längenausdehnung des Glasstabes *G* kennen, so hätte sie gedient, um damit die Ausdehnung des Archivmètre zu bestimmen. Allein wegen des kleinen Unterschiedes wären Beobachtungen bei sehr verschiedenen Temperaturen erforderlich gewesen. Man hätte also verschiedene Jahreszeiten abwarten müssen, was unausführbar war und so hat folglich eine genauere Bestimmung der Ausdehnung des Archivmeter unterbleiben müssen. Die Temperaturen, welche die Vergleichungsreihen umfassen, bieten zu kleine Unterschiede, um daraus mit Sicherheit auf dieses Element zu schliessen. Sie deuten eine etwas grössere Ausdehnung des Archivplatinmètre an, nämlich

$$0.00000905$$

Ich führe sie jedoch nur an, ohne sie zu benutzen, weil die Unsicherheit in der Bestimmung grösser ist, als die Abweichung von *Borda's* Coëffizienten.

Wir setzen daher dem Angeführten zu Folge:

Ausdehnung des Platinamètre der Archive für 1°C

$$= 0.00000856$$

Ausdehnung des Glasstabes G, für 1°C

$$= 0.00000852$$

Thermometer.

Das Thermometer, welches bei den Vergleichen des Platinamètre der Archive mit dem Glasmètre am 13. und 14. Mai benutzt wurde, ist das eines *Schieck's*chen Barometers und hat hunderttheilige Scala. Wir haben in der Arbeit über das Bergkrystallkilogramm dieses Thermometer t_c^s durch Beobachtungen verglichen mit dem Normaltemperatur zeigenden Réaum.-Thermometer von *Schumacher* und pag. 218 gefunden

$$t_R^N - t_R^s = - 0.07$$

oder wenn wir die Correction in Centigrade umwandeln, da die Angaben für den Mètre gelten

$$t_c^N - t_c^s = - 0.088$$

Die späteren Temperaturbeobachtungen beruhen direkt auf dem Normalthermometer. Vom 17. Mai an ist auch noch ein 2tes Ther-

momenter abgelesen, was wir mit t_R^E bezeichnen wollen. Es ist 90mal mit dem Normalthermometer verglichen; die Vergleichen sind folgende:

t_N^s	t_{E_1}	t_N^s	t_{E_1}	t_N^s	t_{E_1}	t_N^s	t_{E_1}	t_N^s	t_{E_1}
10.7	11.3	11.6	12.3	11.35	11.8	9.6	10.0	9.7	10.2
10.8	11.35	11.6	12.3	11.35	11.8	9.6	10.0	9.7	10.3
10.8	11.4	11.7	12.4	11.35	11.9	9.6	10.0	9.7	10.3
11.2	11.7	11.8	12.4	11.35	11.9	9.6	10.0	9.7	10.3
11.3	11.9	11.8	12.4	11.4	11.9	9.6	10.0	9.4	9.9
11.3	12.0	11.3	11.75	11.4	11.9	9.6	10.0	9.4	9.9
11.4	12.0	11.3	11.75	11.4	11.9	9.6	10.1	9.4	10.0
11.5	12.1	11.3	11.8	11.35	11.9	9.6	10.1	9.4	10.0
11.5	12.15	11.3	11.8	11.35	11.9	9.6	10.1	9.4	10.0
11.6	12.2	11.3	11.8	11.4	11.9	9.6	10.1	9.5	10.0
11.21	11.81	11.50	12.07	11.37	11.88	9.60	10.04	9.53	10.09
9.6	10.1	10.0	10.6	10.4	11.0	10.2	10.7		
9.6	10.1	10.1	10.6	10.0	10.4	10.3	10.75		
9.7	10.2	10.1	10.7	10.0	10.5	10.3	10.7		
9.7	10.3	10.1	10.7	10.0	10.5	10.3	10.7		
9.7	10.3	10.1	10.7	10.1	10.6	10.3	10.7		
9.9	10.4	10.2	10.8	10.1	10.6	10.3	10.7		
9.9	10.45	10.2	10.8	10.1	10.6	10.3	10.7		
10.0	10.5	10.3	10.9	10.1	10.6	10.3	10.7		
10.0	10.5	10.3	10.0	10.1	10.7	10.3	10.7		
10.0	10.6	10.4	10.0	10.1	10.7	10.3	10.7		
9.81	10.345	10.18	10.78	10.10	10.62	10.29	10.715		

und wenn wir die Mittel aus je 10 Vergleichen zusammenstellen

$$t_R^N - t_R^{E_1} = - 0.60$$

$$0.57$$

$$0.51$$

$$0.44$$

$$0.56$$

$$0.53$$

$$0.60$$

$$0.52$$

$$- 0.43$$

$$t_R^N - t_R^{E_1} = - 0.53$$

Wir können nun, nachdem alle zur Reduction der Vergleichen-
gen erforderlichen Elemente bestimmt sind, die Vergleichen-
gen selbst folgen lassen. Wir bemerken nur noch, dass unter den an den
Mikrometer-Trommeln abgelesenen Zahlen, die gravirten Zahlen ver-
standen sind, dass aber am 13. und 14. Mai beide Niveaux von
links nach rechts gezählt wurden. — Man erkennt sogleich aus den
Beobachtungen, dass die Zahlen beider Mikrometer-Trommeln mit
dem Maase (von der Mitte aus) zunehmen, weil die Summen $m + m'$,
 $M + M'$ nahezu constant bleiben.

*Vergleichungen des Mètre prototype der Archive (Platinamètre
= P) mit dem Krystallglasmètre Nro. 1 = G im Mai 1837.*

Datum und Zeit	Nr.	B e o b a c h t u n g e n.													
		Archiv-Platina-Mètre								Krystall-Glas-Mètre Nr. 1.					
		Tem. t_c^s	Mikroskop		Niveaux				Tem. t_c^s	Mikroskop		Niveaux			
			links <i>m</i>	rechts <i>m'</i>	links <i>a</i>		rechts <i>b</i>	<i>b'</i>		links <i>M</i>	rechts <i>M'</i>	links <i>A</i>	<i>A'</i>	<i>B</i>	<i>B'</i>
1837 Mai															
13. 2 ^h 53'	1	12.6	103.0	125.8	8.2	21.8	8.2	22.7							
			103.6	126.1	8.7	21.3	9.0	23.6							
			102.0	125.8											
3 10	2								12.7	93.5	161.8	8.3	21.9	8.6	22.1
										94.8	161.7	8.2	21.8	8.2	22.8
										94.2	161.3				
3 45	3	12.7	86.4	149.1	7.5	21.0	7.7	22.2							
			86.6	148.3	7.4	21.1	7.2	21.7							
			85.8	149.6											
4 0	4								12.6	99.2	157.8	8.2	21.9	7.3	21.8
										99.4	157.9	8.2	21.9	7.2	21.8
										100.0	157.3				

B e o b a c h t u n g e n.															
Datum und Zeit	Nr.	Archiv-Platina-Meter.							Krystall-Glas-Meter Nr. 1						
		Tem.	Mikroskop		Niveaux				Tem.	Mikroskop		Niveaux			
			links	rechts	links		rechts			links	rechts	links		rechts	
					t _c	m	m'	a				a'	b	b'	t _c
1837 Mai 14.10 ^h 35'	5								12.35	114.7	159.2	7.4	21.2	7.9	22.6
										113.8	159.5				
										115.8	158.5	7.0	21.0	8.2	22.9
10 50	6	12.37	85.0	167.0	8.0	21.9	7.8	22.3							
			85.1	167.5											
			84.5	168.0	7.8	21.8	8.5	23.3							
11 0	7								12.4	95.8	178.2				
										95.8	177.9	6.9	20.8	6.7	21.2
										95.2	178.2				
11 25	8	12.3	67.8	182.4	9.1	23.1	9.0	23.7							
			68.5	182.7											
			68.6	182.8	9.2	23.1	9.2	24.0							
11 40	9								12.3	77.3	201.7	8.0	22.0	7.7	22.3
										77.2	201.3				
										76.8	201.5	8.2	22.1	8.2	22.9
14.11 ^h 53'	10	12.3	69.4	188.9	7.7	21.6	8.4	23.1							
			70.3	187.0											
			69.0	187.5	7.3	21.3	8.3	23.3							
12 10 11									12.3	85.3	200.1	8.2	22.2	7.7	22.1
										85.4	200.5				
										85.1	200.3	8.4	22.3	8.0	22.3
12 20	12	12.3	63.4	195.7	.0	20.9	7.3	21.9							
			63.0	196.2											
			63.2	196.9	7.9	20.7	7.5	22.1							
Von nun an werden beide Niveaux von der Mitte des Apparates aus abgelesen.															
1 35	13	12.4	68.3	196.2	21.7	8.0	7.4	21.1							
			68.8	195.1											
			68.1	195.3	21.8	8.0	7.8	22.4							

B e o b a c h t u n g e n																
Datum und Zeit		Nr.	Archiv-Platina-Meter								Krystall-Glas-Meter Nr. 1.					
			Temp.	Mikroskop		Niveaux				Temp.	Mikroskop		Niveaux			
						links		rechts					links		rechts	
				t_R^N	links	rechts	links	rechts	links		rechts	t_c^s	M	M'	A	A'
			m	m'	a	a'	b	b'								
1	45	14								12.5	88.3	203.3	22.0	8.1	7.3	22.0
											88.8	202.2				
											88.7	203.2	22.6	8.8	6.9	21.3
											Schuber verstellt					
2	15	15								12.5			27.9	13.9	13.8	28.4
													28.0	14.0	13.7	28.4
2	30	16	12.5			18.1	4.3	7.0	22.6							
						18.1	4.3	7.3	22.0							
3	0	17	12.5			16.1	2.6	2.8	17.							
						16.3	2.6	2.9	143							
3	15	18								12.5			24.4	10.7	13.6	28.3
													24.4	10.7	14.3	29.0

Von nun an werden die Unterschiede $P-G$ nur mit den Niveaux gemessen und das Thermometer t_R^N benützt.

B e o b a c h t u n g e n.																
Datum und Zeit	Nr.	Archiv-Platina-Meter						Krystall-Glas-Meter								
		Temp.	Niveaux				Temp.	Temp.	Niveaux				Temp.			
			links		rechts				links		rechts					
			t_R^N	a	a'	b			b'	t_R^N	Λ	Λ'		B	B'	$t_R^{E_1}$
1837 Mai																
15. 3 ^h 45'	19	10.2	26.0	12.0				10.2	26.0	12.0	14.3	29.1				
50									26.0	12.0	14.6	29.3				
55									26.1	12.1	15.0	29.8				
	20	10.2	18.4	4.7	5.2	20.4										
			18.8	5.0	5.4	20.1										
			19.0	5.2	5.4	20.0										

B e o b a c h t u n g e n.													
Datum und Zeit	Nr.	Archiv - Platina - Meter						Krystall - Glas - Meter					
		Temp. t_R^N	Niveaux				Temp. $t_R^{E_1}$	Temp. t_R^N	Niveaux				Temp. $t_R^{E_1}$
			links		rechts				links		rechts		
			a	a'	b	b'			A	A'	B	B'	
1837 Mai													
16. 9 ^h 45'	21	9.0	17.0	2.8	3.7	18.7							
50			17.0	2.7	3.7	18.8							
55			17.0	2.7	3.9	19.0							
10 10 22							9.0	24.5	10.3	11.6	26.7		
15								24.0	9.8	12.4	27.4		
20								24.0	9.9	12.5	27.5		
40 23		9.2	17.2	3.1	3.5	18.5							
45		9.2	17.5	3.3	3.6	18.6							
50		9.25	17.6	3.5	3.5	18.4							
11 0 24							9.25	26.2	12.0	9.5	24.8		
10							9.3	27.6	13.4	8.8	23.6		
15							9.3	27.9	13.7	8.7	23.4		
45 25		9.4	17.3	3.3	3.2	18.1							
50		9.4	18.3	4.3	1.9	16.7							
55		9.4	18.7	4.7	1.8	16.7							
12 10 26							9.5	28.0	14.0	9.4	24.2		
15								28.7	14.6	9.0	23.8		
20								28.8	14.7	9.0	23.9		
40 27		9.5	20.3	6.4	3.8	18.7							
1 0			18.0	4.0	6.7	21.6							
5			18.2	4.3	6.8	20.8							
28							9.6	29.0	14.1	2.3	16.3		
								29.4	14.6	2.4	16.4		
								29.7	14.9	2.5	16.5		Irrung
17. 1 ^h 25'	29							10.7	24.8	11.0	12.8	27.2	11.3
30									25.3	11.7	13.7	28.0	
35								10.8	25.6	11.9	14.3	28.8	11.35
17 1 45 30		10.8	21.1	7.5	2.7	17.3	11.4						
			22.3	8.7	2.8	17.3							
			23.0	9.0	2.9	17.4							
2 45 31								Schuber verstellt.					
								11.2	25.2	11.7	12.7	27.0	11.7
50								11.3	25.0	11.6	14.2	28.4	11.9
55								11.3	24.6	11.0	—	—	12.0
3 10 32		11.4	19.0	5.6	5.9	20.2	12.0						
15		11.5	19.6	6.0	6.0	20.3	12.1						
25		11.5	20.3	7.0	7.0	21.2	12.15	Schuber verstellt.					

Datum und Zeit		Nr.	B e o b a c h t u n g e n.											
			Archiv-Platina-Meter						Krystall-Glas-Meter					
			Temp. t_R^N	Niveaux				Temp. $t_R^{E_1}$	Temp. t_N^R	Niveaux				Temp. $t_R^{E_1}$
				links		rechts				links		rechts		
			a	a'	b	b'			A	A'	B	B'		
1837	Mai													
	35	33						11.6	24.5	11.0	10.4	24.5	12.2	
	40							11.6	25.0	11.5	10.5	25.0	12.3	
	45							11.6	25.5	12.0	10.9	25.2	12.3	
	3 55	34	11.7	16.2	2.6	6.7	20.0	12.4						
	4 0		11.8	15.5	2.0	7.1	21.2	12.4						
	5		11.8	15.4	1.9	7.9	22.0	12.4						
18.12	h 10	35						11.3	28.	14.2	14.2	28.7	11.75	
	15							11.3	28.4	14.6	14.1	27.4	11.75	
	20							11.3	2 8	15.5	13.1	26.5	11.8	
	40	36	11.3	15.3	1.8	10.8	25.2	11.8						
	45		11.3	15.1	1.5	11.5	25.9	11.8						
	50		11.35	15.0	1.5	12.3	26.3	11.8						
1	15	37							Schlitten verstellt.					
	20							11.35	28.0	14.0	12.5	26.8	11.8	
	25							11.35	28.2	14.3	12.5	26.8	11.9	
	35	38	11.4	17.3	3.8	5.5	19.9	11.9						
	40		11.4	17.9	4.3	5.2	19.6	11.9						
	45		11.4	18.0	4.5	4.9	19.3	11.9						
2	0	39							Schuber verstellt, Thermometer gew.					
	5							11.35	28.1	14.3	12.4	26.9	11.9	
	10							11.35	28.8	14.6	11.0	25.3	11.9	
	20	40	11.4	19.0	5.5	5.7	19.9	11.9	11.4	29.2	15.0	11.0	25.3	
	25		11.4	19.2	5.7	5.7	19.9	11.9						
	30		11.4	19.5	5.9	5.6	19.9	11.9						
19. 11	0	41						9.6	25.5	11.6	12.6	27.3	10.0	
	5							9.6	25.4	11.4	12.5	27.3	10.0	
	10							9.6	25.4	11.4	12.6	27.4	10.0	
	20	42	9.6	16.0	1.9	7.2	22.0	10.0						
	25		9.6	15.6	1.4	7.5	22.4	10.0						
	30		9.6	15.7	1.3	7.4	22.2	10.0						
	40	43						9.6	28.5	14.4	10.6	25.3	10.1	
	45							9.6	28.6	14.5	10.5	25.3	10.1	
	50							9.6	28.7	14.6	10.4	25.2	10.1	
12 0	44		9.6	22.0	8.0	1.4	16.3	10.1						
			9.6	22.8	8.8	0.6	15.5	10.1						
			9.6	21.4	7.4	2.0	16.8	10.1						

Herr U. Pohrt bezeichnet die Vergleichen vom 16. und 19. Mai als die gelungensten.

Wir werden jetzt diese Beobachtungen in eine zur Reduction geeignete Form bringen, indem wir die Mittelwerthe für jede Nro. der Vergleichen ansetzen.

	Mai	Nro.	Temp.	M	M'	N	N'	Mikrom.	Niveau	P-G in Tronnelth.	Abw. von Mittel.
			t_c^N	m	m'	n	n'				
P	13	1	12.51	102.8	125.9	15.00	14.7				
G		2	12.61	94.2	161.6	15.05	15.42	-27.1	+0.55	-26.55	+4.18
P		3	12.61	86.3	149.2	14.25	14.70	-20.3	+0.57	-19.73	-2.64
G		4	12.61	99.5	157.7	15.05	14.52	-21.7	+1.51	-20.19	-2.18
G	14	5	12.26	114.8	159.1	14.15	15.40				
P		6	12.28	84.9	167.5	14.87	15.47	-21.5	-1.12	-22.62	+0.25
G		7	12.31	95.6	178.1	13.85	13.95	-21.3	-0.09	-21.39	-0.98
P		8	12.21	68.3	182.6	16.12	16.47	-22.8	-1.11	-23.91	+1.54
G		9	12.21	77.1	201.5	15.07	15.27	-27.7	-0.47	-28.17	+5.80
P		10	12.21	69.6	187.8	14.47	15.77	-21.2	+1.48	-19.72	-2.65
G		11	12.21	85.3	200.3	15.27	15.02	-28.2	+2.11	-26.09	+3.72
P		12	12.21	63.2	196.3	14.12	14.70	-27.1	+1.58	-25.52	+3.15
Zeichenwech.											
P	13	12.31	68.4	195.2	14.87	14.67					
G	14	12.41	88.6	203.5	15.37	14.37	-27.7	-0.51	-28.21	+5.84	

Den Messungen bloss durch die Niveaux geben wir die Form:

	Mai	Nro.	Temp. t_c^N	Platin. n n'	Glas. N N'	α	α'	P-G in Tronnelth.	Abw. vom Mittel.
		15	12.41		20.95 21.07	-9.75	-6.60	-23.07	+0.70
		16	12.41	11.20 14.47		-8.15	-11.20	-25.26	+2.89
		17	12.41	9.40 10.10		-7.51	-9.20	-22.09	-0.28
		18	12.41		17.55 21.30				
15		19	12.75		19.03 22.00				
		20	12.75	11.52 12.80					

Mai	Nro.	Temp.	Platin.		Glas		α	α'	P-G in Trommelth.	Abw. von Mittel	
		t_c^N	n	n'	N	N'					
16	21	11.25	9.85	11.30			}	7.20	-8.38	-20.72	-1.65
	22	11.25			17.05	19.68		6.70	-8.67	-21.28	-2.09
	23	11.52	10.35	11.01				9.84	-5.45	-22.01	-0.36
	24	11.60			20.19	16.46		9.26	-6.23	-21.87	-0.50
	25	11.75	10.93	10.23				10.52	-6.30	-24.02	+1.65
	26	11.87			21.45	16.53		9.60	-3.46	-19.53	-2.84
	27	11.87	11.85	13.07							
	28	—	—	—							
17	29	13.46			18.35	20.80	}	3.09	-10.74	-16.38	-5.99
	30	13.54	15.26	10.06				5.09	-7.14	-15.92	-6.45
	31	14.10			18.00	20.57		9.22	-3.60	-19.04	-3.33
	32	14.39	12.91	13.43				13.22	-1.99	-23.96	+1.59
	33	14.59			18.15	17.75		10.44	-7.28	-24.86	+2.49
	34	14.77	8.93	14.15				9.20	-5.87	-21.28	-1.09
18	35	14.09			21.58	20.66	}				
	36	14.11	8.36	18.67				9.80	-5.17	-21.65	-0.72
	37	14.30			21.40	19.68		12.90	-3.10	-24.60	+2.23
	38	14.35	10.96	12.40				6.48	-9.12	-20.30	-2.07
	39	14.34			21.66	18.65					
	40	14.35	12.46	12.78							
19	41	11.91			18.45	19.95	}				
	42	11.91	8.65	14.78							
	43	11.98			21.55	17.88					
	44	11.99	15.07	8.76							

Gibt man jeder dieser 29 Bestimmungen gleiches Stimmrecht, so wird der Mittelwerth in Mikrometer-Trommeltheilen

$$P-G = - 22.374$$

mit dem mittleren Fehler ± 0.460

u. d. m. Fehl. jeder einzeln. Vergl. ± 2.478

oder wenn wir diese Werthe durch q dividiren in Millimeter ausgedrückt:

$P - G = - 0.01005^{\text{mm}}$ bei $+ 12^{\circ}.73$ Centigr.
 mit dem mittlern Fehler ± 0.00021
 u. d. m. Fehler jed. einzeln. Vergl. ± 0.00111

Offenbar würde sich der mittlere Fehler noch um etwas verkleinern, wenn auf die Temperaturunterschiede Rücksicht genommen würde, was jedoch ganz ohne Belang scheint, wenn man bedenkt, dass, um die absolute Länge bis auf den mittleren Fehler sicher zu entnehmen, die Temperatur des Stabes auf $\frac{1}{45}$ Grad erkannt seyn muss.

Da wir nun die Längenausdehnung der beiden Meter nach p. 270 kennen, so sind wir im Stande, die Länge des Glasmeters für jede Temperatur anzugeben. Offenbar ist

$$P = 1000.0^{\text{mm}} + t^{\circ} (0.00856)$$

also auch

$$P = 1000.10897^{\text{mm}} + (t^{\circ} - 12^{\circ}.73) 0.00856$$

also die Länge des Glasmeter

$$G = 1000.10807^{\text{mm}} + 0.01005 + (t - 12.73) 0.00852$$

Daher bei jeder Temperatur:

$$G = 1000.01056^{\text{mm}} + t^{\circ} (0.00852) \pm 0.0002 \quad (\text{I})$$

und der Unterschied der beiden Meter ist für jede Temperatur

$$P - G = - 0.01056^{\text{mm}} + t^{\circ} (0.00004)$$

Zur Bequemlichkeit des Gebrauches fügen wir zum Schlusse noch eine Tabelle bei, welche die Länge des Glasmeter in Millimeter des Meter Prototyp der Archive zu Paris für die beigesetzten Temperaturen angibt, wie sie aus dem Ausdrucke (I) folgt.

Länge des Glasmeter in Millimeter bei der Temperatur t°

t°	Millimeter
— 2	999.99352
— 1	1000.00204
0	1000.01056
+ 1	01908
2	02760
3	03612
4	04464
5	1000.05316
6	06168
7	07020
8	07872
9	08724
10	1000.09576
11	10428
12	11280
13	12132
14	12984
15	1000.13836
16	14688
17	15540
18	16392
19	17244
20	1000.18096
21	18948
22	19800
23	20652
24	21504
25	1000.22356

dt	Längenzunahme.
+0.1	+0.000852
0.2	0.001704
0.3	0.002556
0.4	0.003408
0.5	0.004260
0.6	+0.005112
0.7	0.005964
0.8	0.006816
0.9	0.007668
1.0	0.008520

