© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bestimmung

der

Länge des einfachen Sekundenpendels

auf absolutem Wege,

ausgeführt in Melbourne vom Juli bis Oktober 1863

von

Dr. Georg Neumayer

früher Direktor des Flagstaff-Observatory, Melbourne, jetzt Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg.

(Mit 5 Tafeln und einigen Textfiguren.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Vorwort.

Die Geschichte der Pendelbeobachtungen, deren Ergebniss hier im Einzelnen niedergelegt ist, bietet in vieler Hinsicht ein Interesse, da diese absolute Bestimmung der Länge des einfachen Sekundenpendels auf dem australischen Kontinente mit jener, die von Dr. Charles Rümker in dem Jahre 1827 ausgeführt wurde, zu den wenigen mit einwandfreien Instrumenten und nach absoluten Methoden auf der südlichen Hemisphäre ausgeführten gehört. Rümker's Bestimmungen wurden in Paramatta ($\varphi = 33^0\,48'\,45''.3$ S.) gemacht und finden sich sowohl in den Philosophical Transaction of the Royal Society von 1829, wie auch in den Memoirs of the Astronomical Society[1]) beschrieben. Allein auch die Eigenartigkeit der Konstruktion des bei den vorliegenden Beobachtungen benützten Pendels verleiht der Veröffentlichung derselben einigen Werth, wie ich glaube zeigen zu können.

Pendelbeobachtungen erfuhren nach der Epoche hervorragender Arbeiten auf diesem Gebiete, wie jene von Kater, Bessel, Sabine u. A. eine gewisse Unterschätzung in ihrem Werthe und wurden aus diesem Grunde vergleichsweise wenig zu Schwerebestimmungen benutzt. Die Erfahrungen, welche man aus den Ergebnissen der grossen Indischen Gradmessung (von Punna bis zum Himalaja) gemacht hatte, lenkten auf's Neue die Aufmerksamkeit der Geodäten auf die Wichtigkeit von genauen Schwerkraftsbestimmungen im Anschlusse an grössere geodätische Operationen. Allein es ist nur gerecht hervorzuheben, dass schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts Prof. Peters der Aeltere auf die Nothwendigkeit von genauen Schwerkraftsbestimmungen hingewiesen hatte und dadurch auch bei mir die erste Anregung zu den von mir ausgeführten Untersuchungen gab.

Als ich im Jahre 1856 Europa verliess, um in Australien eine Reihe geophysikalischer Beobachtungen auszuführen, vereinbarte ich mit meinem verstorbenen Freunde Alles erforderliche zur Feststellung der Konstruktion des von mir bei eventuellen Schwerkraftsbestimmungen zu benützenden Pendels. Wir kamen dahin überein, dass die von Bessel in seiner berühmten Abhandlung „Untersuchungen über die Länge des einfachen Sekundenpendels" Berlin 1828[2]) angegebene Konstruktion des Reversions-Pendels für die australischen

---

[1]) Philosophical Transaction of the Royal Society for the year 1829, Part III p. 151 ff. Memoirs of the Astronomical Society of London, Vol. III. 1829, chapt. XVIII.

[2]) § 31, S. 96.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Beobachtungen zur Ausführung kommen solle. Die vollständig symmetrische Konstruktion der äusseren Figur nach war nach Bessel's Meinung eine Grundbedingung zur Vermeidung aller sich aus derartigen Beobachtungen ergebenden Schwierigkeiten; namentlich werde durch eine solche Anordnung der Theile des Pendels die Einwirkung der Luft aus der Rechnung entfernt. Bessel schreibt an der angeführten Stelle wörtlich: „Es muss das Pendel der äusseren Figur nach symmetrisch konstruirt werden, also, da es der Masse nach nicht symmetrisch sein darf, zwei gleich grosse und gegen die Schneiden gleichgestellte Linsen an einer Stange besitzen, deren eine mit Metall gefüllt, die andere hohl ist." Wie bekannt ist dieser Gedanke Bessel's erst in der Mitte der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts zur allgemeinen Annahme gelangt, also ungefähr 5 Jahre nach der von Peters und mir getroffenen Vereinbarung und darauf erfolgten Ausführung des Pendels.

Nach reiflicher Erwägung und umfassender Korrespondenz mit meinem Freunde C. A. F. Peters in Altona (Peters der Aeltere) wurde der damals in Hamburg rühmlichst bekannte Mechaniker Julius Lohmeier mit der Herstellung eines Reversions-Pendels nach den soeben dargelegten Grundsätzen betraut. In welch' einer befriedigenden Weise sich Lohmeier der ihm gestellten Aufgabe entledigte, geht zur Genüge aus der verliegenden Abhandlung hervor. Es sei nur noch erwähnt, dass das Reversions-Pendel selbst und Maassstab mit grosser Sorgfalt und in tadelloser Weise ausgeführt worden ist.[1])

Aus eingehenderen Besprechungen mit Peters, was auch durch unsere Korrespondenz des Näheren begründet wurde, musste darauf Bedacht genommen werden, dass die Vergleichung der Pendellänge mit dem Maassstabe in der gleichen Lage, in welcher sich das Pendel beim Schwingen befindet, ausgeführt werden könne: In dieser Bedingung bestand, wenn sie erfüllt wurde, eine weitere Neuerung mit Beziehung auf Apparate der in Rede stehenden Art. Der hierzu erforderliche Vertikal-Komparator wurde denn auch später, nach meiner Angabe, von dem damals in Melbourne lebenden deutschen Mechaniker Heinrich Schreiber (geboren in Frankfurt a. Main) zur vollen Zufriedenheit angefertigt. Die Einzelheiten der Konstruktion dieses Theiles des Apparates sind in der Abhandlung beschrieben, und darf nur noch hervorgehoben werden, dass ein Vorbild dafür nicht vorlag, da der Vertikal-Komparator, welchen Jos. J. v. Littrow[2]) bei seinen Pendelbeobachtungen benutzte, bekanntlich mit einer Fühlhebelvorrichtung und nicht mit mikroskopischen Einrichtungen, wie der meinige, versehen war.

Ein weiteres Interesse knüpft sich an diese vorliegenden Beobachtungsreihen dadurch, dass die Mittel zur Anfertigung dieses immerhin kostspieligen Apparates nicht seitens des Observatoriums der Kolonie zur Verfügung standen, sondern durch freiwillige Beiträge deutscher Kolonisten mir für diesen Zweck zur Verfügung gestellt worden sind. Bekanntlich hatten die Deutschen der Kolonie zur Ausstattung des physikalischen Observatoriums in Melbourne eine erhebliche Summe zusammengebracht, welche, nachdem die Regierung das Institut ganz übernommen hatte, nicht ganz erforderlich war. Der noch restirende Betrag wurde mir zu den hier dargelegten Pendelversuchen zur Verfügung gestellt; die

---

[1]) Der Apparat ging später in den Besitz der Königl. Sternwarte in Kiel über und wurde von Peters zu weiteren Bestimmungen der Pendellänge benutzt.

[2]) Joseph Johann von Littrow, Beobachtungen an zwei unveränderlichen Reversionspendeln. Wien 1837. Baumgärdner's Archiv S. 97—116.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Räume für diese Untersuchungen waren übrigens die von der Regierung für das Observatorium gemietheten Bureauräume in South-Yarra.

Der Umstand, dass dieser Pendelapparat in der Folge von der Königl. Preussischen Regierung für die Sternwarte in Kiel erworben und von Peters, dem Jüngeren, zu vergleichenden Beobachtungen an verschiedenen Orten Deutschlands benützt werden konnte, verleiht diesem Apparat einen ganz besonderen Werth.

Nicht zum Mindesten knüpft sich ein lebhaftes Interesse an die Geschichte der Vergleichung des bei den Untersuchungen benutzten Lohmeier'schen Maassstabes, da dieselbe für die Beleuchtung der Frage der Schwerkraftbestimmungen mittelst Pendels aus früherer Zeit von allgemeinem Interesse sein dürfte. Es darf wohl nicht erst erwähnt werden, dass von mir Maassstabvergleichungen vergangener Zeit bei der Diskussion der vorliegenden Beobachtungen in Betracht gezogen worden sind.[1]) Dessenungeachtet blieb die genaue Bestimmung des Verhältnisses des benützten Maassstabes zum Normal-Meter bis in die letzte Zeit unsicher, sodass mit der Veröffentlichung der Beobachtungen und deren Ergebniss zurückgehalten werden musste. Alle Bemühungen zu einem abschliessenden Ergebniss zu gelangen waren bis vor etwa einem Jahre ziemlich erfolglos, wie sich zur Genüge aus der hier folgenden Abhandlung ergeben wird.

Nachdem im Jahre 1865 und 1866 die Originalbeobachtungen von mir dem Herrn Prof. Peters, dem Aelteren (C. A. F. Peters) zur Einsichtnahme vorgelegen und derselbe seine Ansicht dahin ausgesprochen hatte, dass die sämmtlichen Beobachtungen sehr werthvoll und zuverlässig seien, wurde unverzüglich zur Berechnung geschritten. Diese umfangreiche Arbeit wurde im Einvernehmen mit Herrn Prof. Peters und mir selbst dem verstorbenen Astronomen Prof. K. Oppenheim[2]) in Berlin anvertraut. Gegen das Ende des Jahres 1867 waren die sämmtlichen Reduktionen ausgeführt, sodass ich zu Beginn des Jahres 1868 das Endergebniss vorliegen hatte. Dieses aber war derart, dass ich mit einiger Sicherheit annehmen konnte, es müsse eine Unsicherheit in Beziehung auf den bei den Messungen benützten Maassstab bestehen. Aus dieser Ueberzeugung erklärt sich die in der Abhandlung genugsam erörterte Thatsache mehrfacher Vergleichungen des Maassstabes. Bei den Bemühungen zur Aufklärung der bestehenden Unterschiede war mir die freundliche Unterstützung des leider zu früh verstorbenen Dr. C. F. W. Peters, später Direktor der Sternwarte in Königsberg, von ganz besonderem Werthe. Ihm sowohl wie seinem verstorbenen Vater C. A. F. Peters, besonders aber Herrn Geheimrath Dr. Helmert bin ich für die mir bei der Aufklärung der Unterschiede in den Maassvergleichungen zum grössten Danke verpflichtet, was ich an dieser Stelle zum Ausdrucke gebracht haben möchte.

In den letzten Jahren wurden auf dem australischen Kontinente, in Melbourne und in Sydney, relative Bestimmungen der Gravitations-Konstanten ausgeführt, wodurch die von mir in dem erstgenannten Orte vor 37 und an letzterem vor 64 Jahren durch Rümker ausgeführten Bestimmungen einen erhöhten Werth erhalten, und zögere ich denn auch nicht

---

[1]) Beobachtungen mit dem Bessel'schen Pendel-Apparate in Königsberg und Güldenstein von C. F. W. Peters, Hamburg 1874, S. 10 ff. und Zur Geschichte der Kritik der Toisen-Maassstäbe von demselben, Berlin 1885, ferner Bestimmung der Länge des einfachen Sekundenpendels auf Schloss Güldenstein, Altona 1855 von C. A. F. Peters, S. 24 ff.

[2]) Derselbe starb am 15. September 1896.

[3]) Proceedings of the Royal Society of Victoria, Vol. VI (New Series), January 1894.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

länger die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit dem Wunsche zu veröffentlichen, dass dadurch das noch immer sehr ungenügend bearbeitete Problem der Schwerkraftsbestimmungen auf der südlichen Hemisphäre gefördert werden möge.

Was die Anordnung der Abhandlung anbelangt, so habe ich mich bemüht an der Hand von Zeichnungen und Abbildungen eine klare Beschreibung des ganzen Apparates und dessen Aufstellung zu geben. Ueber Einzelheiten der Konstruktion, Berechnung der Massen und deren Lage zum Schwerpunkte und Mittelpunkte des Pendels war ich bemüht Alles erforderliche mitzutheilen, sodass eine Prüfung des Grades der Genauigkeit der Ergebnisse ermöglicht wird. In einem Anhange habe ich die Koinzidenzbeobachtungen in extenso anzufügen mich für verpflichtet erachtet, sowie ich auch in demselben die Ergebnisse der Uhrvergleichungen angeführt habe. Gerne hätte ich auch an dieser Stelle die einzelnen Amplituden, bei welchen die Koinzidenzen beobachtet worden sind, die alle genauestens reduzirt vorliegen, mitgetheilt, musste aber, um die Abhandlung nicht allzu umfangreich zu machen, davon Abstand nehmen. Vielleicht wird später noch einmal Veranlassung genommen werden, die in Rede stehenden Beobachtungen zur Bestimmung der jedenfalls nur sehr kleinen Korrektion, die wegen des Gleitens der Messerschneiden auf dem Achatplättchen noch an dem Endergebnisse anzubringen sein dürfte, zu bestimmen.

Die Mittheilung der Originalvergleichungen des Maassstabes erscheint mir durch die eigenthümlichen Verhältnisse, unter denen dieselben zu geschehen hatten, modifirt und schien um so eher geboten, als die sämmtlichen deshalb befragten Fachgenossen dieselben dringend anriethen.[1])

---

[1]) Es wurden zu verschiedenen Zeiten von mir vorläufige Mittheilungen über das Ergebniss meiner Beobachtungen veröffentlicht, so u. A. in den Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Zur Geschichte der Pendelbeobachtungen, Jahrgang 1897 (XXV) und wieder Nachtrag zur Geschichte der Pendelbeobachtungen, September-Heft 1900.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

I. Allgemeine Beschreibung eines Apparates zur Bestimmung der Länge des Sekundenpendels in Melbourne.

Schon im März 1859 hatte ich mich zur Anstellung einer Reihe von Beobachtungen zur Bestimmung der Länge des Sekundenpendels oder mit anderen Worten der Gravitations-Konstanten in Melbourne entschlossen. Bald darauf wurde ein Apparat zu diesem Zwecke von mir in Europa bestellt.

Mein hochverehrter Freund, Professor Dr. C. A. F. Peters, damals Direktor der Sternwarte in Altona, welcher sich schon unter Schumacher mit Pendelbeobachtungen befasst hatte, übernahm gütigst die Ueberwachung der Konstruktion eines Reversions-Pendels, mit deren Ausführung W. J. Lohmeier in Hamburg betraut worden war. Aus hier nicht näher zu erörternden Gründen schritt die Arbeit nur langsam voran, und erst im Juni 1862 kam der Apparat in Melbourne in der Kolonie Victoria an. Diese Verzögerung ist jedoch von geringerem Belang, da die Gebäude des Flagstaff-Observatoriums im Norden von Melbourne zu Messungen von so feiner Natur ungeeignet waren und mir keine anderen Gebäude zur Verfügung standen. Ich entschloss mich daher zur Vertagung der Pendelbeobachtungen, bis das magnetische Observatorium nach seinen neuen Räumlichkeiten verlegt und das neue astronomische Observatorium vollendet sein würde. Die Wahl der Stelle für ein Observatorium zu physikalischen Zwecken war eine Aufgabe von beträchtlicher Schwierigkeit gewesen, da eine besondere Aufmerksamkeit darauf hatte verwendet werden müssen, dass keine örtlichen Unregelmässigkeiten in der geologischen Struktur den Werth der Beobachtungen beeinträchtigten. Sehr zu statten kamen mir in dieser Beziehung die ausgedehnten Arbeiten, die ich im Winter 1860 rund um Melbourne herum ausgeführt hatte; die letzteren waren wesentlich zur Bestimmung ausgeführt worden, die magnetischen Elemente in der Umgegend des Beobachtungsortes festzustellen. Aus den betreffenden Arbeiten hatte sich auf das Bestimmteste ergeben, dass ein Institut für geophysikalische Untersuchungen nicht im Westen von dem Meridian der Universität von Melbourne zu errichten sei, und dass die Stelle, wo das neue Observatorium jetzt steht, eine für alle Zwecke geeignet gelegene war.

Die nach der Verlegung des astronomischen Observatoriums für die Bureaus der magnetischen Landesaufnahme zur Verfügung gestellten Gebäude in der Domaine Road boten eine ausgezeichnete Gelegenheit dar zur Ausführung des lang gehegten Planes. Der zu den Gebäuden gehörende Keller von hinreichender Grösse und guter Tagesbeleuchtung war sehr geeignet zur Errichtung eines Apparates für Pendelbeobachtungen, dessen Beschreibung nun hier folgen soll.

Ehe jedoch darauf des Näheren eingegangen werden wird, scheint es wünschenswerth etwas näher auf die Einzelheiten der Lage des Beobachtungsortes einzugehen. In dem, auf

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tafel 5, hier beigefügten Lageplan von Melbourne erkennt man, dass die Beobachtungsstätte an der Domaine Road auf dem linken Ufer des Yarra-Yarra-Flusses liegt. Ziemlich entfernt von den älteren vulkanischen Ablagerungen auf silurischen Schichten in der Nähe des Hügels, auf welchem der botanische Garten und das neue Regierungs-Observatorium sich befindet. Das Gebäude, in welchem die Beobachtungen ausgeführt wurden, war damals allgemein bekannt unter der Bezeichnung Montpellier-Parade, wie auf dem Plane angegeben.

Lage des Pendel-Beobachtungszimmers.

Die Entfernung der Räumlichkeiten in Montpellier-Parade von dem Meridian des Durchgangszimmers des neuen Observatoriums beträgt 1340 engl. Fuss (308,42 m) in der Richtung nach Süd 36° 30′ Ost; hieraus und aus der Lage des Meridians des Durchgangszimmers ergiebt sich die Lage des Beobachtungsraumes zu

$37^{0}\,50'\,4''$ Süd-Breite und
$9^{h}\,39^{m}\,55{,}4^{s}$ Ost-Länge v. Greenwich.

Aus einer grösseren Reihe korrespondirender Barometerablesungen im Meridian-Durchgangszimmer und dem Keller des Hauses in Montpellier-Parade ergab sich, dass das Gefäss des Normalbarometers in dem ersteren 34,5 engl. Fuss (10,56 m) höher als der untere Arm des Normalheberbarometers im letzteren liegt — und da die Höhe des Barometers im neuen Observatoriums über mittlerem Meeresniveau 91,3 engl. Fuss (27,84 m) ist, so beträgt die Meereshöhe des Heberbarometers 56,8 engl. Fuss (17,31 m). Der Fussboden des Zimmers liegt ungefähr 6 engl. Fuss (1,83 m) unter dem Niveau der Domaine Road, an der das Gebäude gelegen ist. Obwohl von zwei beinahe gleich grossen Zimmern — 18 engl. Fuss (5,49 m) bei 12 engl. Fuss (3,66 m) — das südlichste weiter von der Strasse ab und damit den Störungen durch vorbeifahrendes Fuhrwerk wahrscheinlich weniger ausgesetzt gewesen wäre, zog ich doch das nach Norden gelegene vor, weil in diesem mir die Einrichtung des Apparates weniger Schwierigkeit machte als in dem andern, worin eine Treppe einerseits viel Platz fortnimmt und andererseits ein Schutz gegen plötzliche Aenderungen in der Lufttemperatur weniger wirksam machte. Eine Reihe von Beobachtungen zum Zwecke der Bestimmung des Grades, bis zu welchem Erschütterungen von Fuhrwerken sich der Beobachtungsstelle mittheilten, überzeugten mich, dass ich wenig von solchen störenden Einflüssen zu befürchten haben würde, und zwar um so weniger, als es in meiner Macht stand, die Beobachtungen zu solchen Tagesstunden vorzunehmen, wo kaum irgend welche Fuhrwerke vorüberkamen, und als der Gang der Pendeluhr beständig nach den chronographischen Registrirungen im neuen Observatorium kontrolliert werden konnte.

II. Herrichtung des Zimmers zur Aufnahme des Apparates.

Die geringe Höhe des Zimmers erforderte es, auf Mittel zu denken, um dasselbe für die Zwecke der Aufnahme des Apparates brauchbar zu machen. Da seine Gesammthöhe von 7 Fuss 7 Zoll engl. (27,42 m) die Länge des Pendels von 7 Fuss 2,2 Zoll engl. (26,16 m) nur um 4,8 Zoll (0,024 m) übertraf, so hatte ich eine Aushebung von Erde zu machen, die dem am Koincidenzteleskope sitzenden Beobachter es ermöglichte, das Auge in gleichem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Niveau mit dem untern Ende des Pendels zu bringen und die zugleich gross genug war, die Koincidenz-Pendeluhr aufzunehmen. Die Erdaushebung wurde daher 11′ 10″ lang (3,30 m), 3′ 5″ (0,91 m) breit und 2′ 4,5″ (0,76 m) tief gemacht, längs der Südwand des Zimmers, und da sie dann gerade vor der Thür zu liegen kam, musste eine Klappthür, die das Zimmer leicht zugänglich machte, angebracht werden. Die Seitenwände dieser Höhlung wurden mit Holz verschalt, ein Fussboden gelegt und dieser mit Wachstuch und Teppichen bedeckt, um die Nässe möglichst abzuhalten. Das einzige Fenster liegt am Westende des Zimmers, ausser welchem noch zwei kleine Oeffnungen nach Norden gehen, die wesentlich zur Lüftung des Zimmers dienen. Gerade vor der Thür befindet sich ein Pfeiler zur Aufnahme des zur Beobachtung der Koincidenzen bestimmten Teleskopes. Dies ist ein kleines, aber sehr vorzügliches Glas von Merz & Söhne, München von 18 facher Vergrösserung, welches auf einem kleinen Stativ derart befestigt ist, dass es ausser einer horizontalen und vertikalen Bewegung sich auch noch rechtwinklig zur Achse des ganzen Apparates verschieben lässt. Diese Achse geht, wie dies durch die parallel mit ihr laufende Seitenwand durch das Teleskop gegeben wird, in einer Richtung von ungefähr West 12° Süd nach Ost 12° Nord. In dieser Richtung und zwar am Ostende der durch die Erdaushebung verursachten Vertiefung, gerade dem Beobachter am Teleskop gegenüber, ist die Koincidenz-Pendeluhr angebracht. Besondere Sorgfalt wurde darauf verwendet, einen festen Unterbau für die Uhr herzustellen, und zu dem Ende eine Lage Mauersteine auf den Erdboden, hierauf ein schweres Balkenrahmwerk gelegt, bei dem die Zwischenräume mit gebranntem Gips, dessen Zweck leicht erkannt ist, ausgefüllt. Hierauf ruhte ein 3′ langer, 1′ 7″ breiter und 10″ hoher Stein derartig, dass eine 4 zöllige Planke von 2′ 6″ Länge und 2′ 5,5″ Breite senkrecht auf dem oben erwähnten Balkenrahmen befestigt werden konnte. — An dieser war die Rückwand der Uhr befestigt; sowohl die Rückwand der Uhr als auch die Planke waren im gleichen Niveau mit dem Teleskop und ungefähr 3″ unter dem Uhrpendel mit einer Oeffnung versehen, die einen freien Blick auf das Reversions-Pendel, das an dem entgegengesetzten Ende des Zimmers in einer sogleich zu beschreibenden Weise befestigt war, gestattete. Das Titelblatt zu dieser Abhandlung, Tafel 1, giebt ein Bild von der Lage des Raumes und die Anordnung der einzelnen Theile in demselben.

III. Die Pendeluhr und deren Aufstellung,

deren Zifferblatt dem Beobachter zugewendet ist, wurde von Mr. Sheperd in London angefertigt und wurde mir gütigst für die Zwecke der Beobachtungen von meinem Freunde Mr. Mc. Gowan, Superintendent of electric Telegraphes of the Colony of Victoria leihweise überlassen. Dem genannten Herrn, sowie Herrn Ellery, dem Government Astronomer, fühle ich mich für die gütige Unterstützung zu grossem Danke verpflichtet. Das Pendelzimmer war mit dem Durchgangszimmer des Observatoriums elektrisch verbunden, sodass in der einfachsten Weise der Gang der Uhr jederzeit bestimmt bezw. kontrolliert werden konnte. An dem untern Ende des Pendels der Uhr befand sich eine Messingspitze befestigt und ein quadratisches Stück Pappe, in welches eine 0,3″ hohe Oeffnung geschnitten war von einer Breite von ungefähr 0,06″. Dieser Schlitz wurde senkrecht gestellt und zwar in solcher Weise, dass, wenn immer das Pendel der Uhr die Mittellinie passierte oder sich in Ruhe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

befand, ein Beobachter am Teleskope nach dem Reversions-Pendel an der hinteren Mauer sehen konnte. Die Entfernung dieses Schlitzes bis zur Mitte des Koincidenz-Fernrohres beträgt 8′ 3,75″ engl. (2,532 m).

Es ist noch zu erwähnen, dass ich der Vorsicht halber aus Besorgniss, es möchte die Feuchtigkeit des Zimmers der Uhr Schaden zufügen, Anordnung traf, dass Becken, welche mit Chlorcalcium gefüllt waren, in der Nähe oder innerhalb des Uhrgehäuses aufgestellt werden konnten, damit die umliegende Luft möglichst ausgetrocknet wurde. Zur Kontrolle der Kompensation des Uhrpendels (Quecksilber-Cylinder) wurde ein im Innern des Uhrgehäuses aufgestelltes Thermometer dauernd registrirt.

Tafel 1 zeigt, wie ich schon erwähnt, die Anordnung des Pendelzimmers mit dem gesammten Apparat. H ist der Pfeiler für das Koincidenz-Fernrohr f. D ist das Postament, worauf die Uhr ruht, die an der Bohle G befestigt ist. a ist der Pappenstreifen, welcher mit dem Schlitz versehen ist. Das Reversions-Pendel ist im Gehäuse B und in der später zu beschreibenden Weise an der starken Bohle M aufgehängt. A ist der Vertikal-Komparator. Wenn nicht beobachtet wurde, so konnte die Klappe P über die ausgehobene Oeffnung R niedergelassen werden. Auf der Treppe S konnte man von der ausgehobenen Grube auf den Fussboden des Beobachtungsraumes gelangen. Zur weiteren Erklärung der Anordnung in diesem Raume dient der Grundplan desselben, wie er auf Tafel 2 beigefügt wird. Zu bemerken ist, dass die Maasse in dem letzteren in Metermaass gegeben sind und dem beigefügten Maassstabe entnommen werden können. Die Buchstaben in demselben sind für die einzelnen Theile die gleichen wie in Tafel 1.

IV. Allgemeine Beschreibung des Reversions-Pendels,

auf dessen Beschreibung noch im Einzelnen zurückzukommen sein wird, beruht auf denselben Konstruktionsgrundsätzen wie das, welches einstens von Capitain Kater benutzt wurde; allerdings mit einigen sehr wesentlichen Abänderungen, von denen sofort die Rede sein wird. Zunächst seien hier einige Gewichtsverhältnisse der einzelnen Theile angeführt: Das ganze Gewicht des Reversions-Pendel, ohne die Linsen (Messingcylinder), beträgt 64530 grains (4034,375 g), welches Gewicht symmetrisch an beiden Seiten, von dem mittleren Gewichte gerechnet, vertheilt ist. Das Letztere, das mittlere Gewicht beträgt 12960 grains (801 g), welches übrigens in dem oben angegebenen Totalgewichte eingeschlossen ist. Die Anordnung und Form des Pendels ist auf Tafel 3 Figur 1 von vorn und Figur 7 von der Seite zu sehen. Mit der Absicht, aus den angegebenen Werthen das Centrum der Schwere des Pendels berechnen zu können — was im weiteren Verfolg der Abhandlung dargelegt werden wird —, werden hier die Gewichte der einzelnen Theile, welche nicht wohl auf eine Wage gelegt werden konnten, berechnet angegeben. Allein ich enthalte mich an dieser Stelle alle Einzelheiten darüber anzugeben und beschränke mich darauf zu erwähnen, dass das specifische Gewicht des Metalls, aus welchem das Pendel verfertigt war, zu 8,3 ermittelt worden ist. Wenn man die beiden Linsen (cylindrische Gewichte), die ein Gewicht von bezw. 16270,5 und 2976 grains hatten, mitberechnet, so ist das ganze Gewicht 83776,5 grains (5236 g). Die verschiedenen Maasse erkennt man am besten aus den von Herrn Straubel (früher vom naturhistorischen Museum in Melbourne) ausgeführten Zeichnungen, wovon die dieser

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Abhandlung beigegebenen Tafeln 2 und 3 Kopien sind. Vorläufig mag angegeben sein, dass die genaue Entfernung zwischen den beiden Messerschneiden 39,368 engl. Zoll beträgt, bei einer Temperatur von 54,5° Fahrenheit. Das Pendel wurde konstruirt nach einer Angabe von Prof. Bessel-Königsberg in seiner Abhandlung über die Länge des Sekundenpendels in Königsberg[1]) und zwar sind die Punkte, in welchen das Pendel von jenem des Kapitän Kater, das in den Philosophical Transactions von 1818 beschrieben ist, abweicht, die folgenden:

a) Um den Widerstand der Luft bei den Schwingungen des Pendels zu kompensiren, werden zwei Linsen (Messingcylinder) angewendet, welche genau die gleichen äusseren Dimensionen haben und von dem Centralgewicht gleich weit entfernt liegen. Es kann bewiesen werden, dass bei einer solchen Anordnung die Schwingungen von dem Widerstand der Luft unabhängig sind (s. obige Abhandlung von Bessel, Seite 95). Der eine der beiden Cylinder ist massiv, der andere hohl; die respektiven Gewichte sind oben schon gegeben.

b) Die Messerschneiden können ausgewechselt werden, sodass die Schwingungen gleichfalls von der cylindrischen Form derselben und von dem Einfluss der Achat-Blättchen, worauf die Messerschneiden des Pendels schwingen, unbeeinflusst bleiben.

c) Es ist an der Pendelstange kein adjustirbares Gewicht befestigt, durch welches die Bedingungen der Richtigkeit des Instrumentes erfüllt werden, nämlich die Reciprocität der Schwingungsachsen, d. h. dass die Dauer der Schwingung in jeder der Lagen dieselbe bleibt, auf welcher der Messerschneiden das Pendel auch schwingt. Die Weise, in welcher diese Bedingung nach Bessel erfüllt wird, ist sehr einfach. Die Messingstreifen, in die das Pendel ausläuft, werden im Anfange länger gelassen und werden allmählich und an beiden Enden ganz symmetrisch so lange gekürzt, bis die Schwingungen in beiden Lagen ganz gleich sind; es ist einleuchtend, dass dieses nur nach einer Anzahl von Versuchen ausgeführt werden kann. So war beispielsweise mit dem zu den Versuchen benützten Instrument von Lohmeier die Schwingungsdauer mit dem hohlen Gewicht oben 1,00654 Sekunden und mit dem hohlen Gewicht unten 1,00764 Sekunden. Aus dieser Differenz von 0,00110 Sekunden berechnete ich die Länge des Stückchens, das symmetrisch an beiden Enden abzuschneiden war, zu 35 mm. Ich zog es übrigens vor nur um etwa 25 mm zu kürzen, worauf die Schwingungsdauern waren wie folgt:

leichtes Gewicht oben 1,00470 Sekunden,
leichtes Gewicht unten 1,00494 Sekunden;

die Differenz der Schwingung in beiden Lagen betrug daher nur noch 0,00024 Sekunden. Dadurch war ein Grad der Genauigkeit erzielt, der für den im Auge gehabten Zweck genügte. (In der oben angeführten Abhandlung Bessel's die Bestimmung von t' und t.)

---

[1]) Untersuchungen über das einfache Sekundenpendel, Kap. 31, p. 96.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nach der Theorie dieses Pendels von Bessel, das übrigens zum ersten Mal von mir praktisch ausgeführt wurde, ist es erforderlich die Lage des Schwerpunktes des ganzen Pendels zu kennen. Ich wandte zwei Methoden an, um diese Lage zu erhalten, nämlich die eine beruhte auf einer experimentellen Bestimmung, während eine zweite durch eine genaue Berechnung ausgeführt wurde.

Bei der Ausführung der ersteren wurde ein starker Kupferdraht an der Decke des Zimmers befestigt, welcher bis ganz nahe zu einem unterhalb stehenden Tische reichte; an diesem Draht wurde das Pendel dermassen horizontal aufgehängt, dass es in einer Schleife des Drahtes hin und her bewegt werden konnte, bis das Pendel, welches auf der hohen Kante in der Schleife ruhte, vollständig im Gleichgewicht war, was durch eine sehr einfache Einrichtung bewirkt werden konnte. Die Gewichte wurden nach der ersten Beobachtungsreihe vertauscht, worauf das Experiment wiederholt wurde. Auf diese Weise wurde der Reihe nach die Lage des Schwerpunktes auf der einen Seite des Centralgewichtes und sodann auf der andern und die Differenz zwischen den jeweiligen beiden Lagen bestimmt. Die Hälfte der Differenz zwischen beiden Bestimmungen ist gleich der Entfernung der respektiven Schwerpunktslagen von dem Mittelpunkt des ganzen Pendels. Die Methode der Berechnung dieser Distanzen, die zur Anwendung kam und wovon weiter unten in dieser Abhandlung die Rede sein wird, gab ein Resultat, das mit dem auf experimentellem Wege erhaltenen gut übereinstimmte. Beide ergaben als Entfernung des Schwerpunktes von der Mitte des ganzen Pendels 3,65 engl. Zoll (92,7 mm).

V. Aufstellung des Pendels.

Es ist schon das wesentlichste über das Pendelzimmer und die Anordnung der einzelnen Apparate in demselben gesagt worden; es mag nur noch einiges, das auf die Aufstellung des Apparates im einzelnen Bezug hat, hier folgen. Zunächst sei hier nochmals auf den Grundplan in Tafel 2 verwiesen. Die Mittellinie des Apparates zur Beobachtung der Koincidenzen des Uhrpendels mit dem Reversions-Pendel läuft parallel mit der Wand des Zimmers in einer Entfernung von 1′ 8″ engl. (0,058 m). Der Boden, in welchem sich die Fundamente der verschiedenen Apparate befinden, ist hart und sehr geeignet für eine solide Fundirung. Es ist eine ähnliche Bodenbeschaffenheit wie die, worauf das neue Observatorium erbaut wurde. Die geologische Formation ist tertiär mit einer Umschliessung von sillurischen Gebilden,[1]) welche an den Ufern des Yarra-Yarra hervortreten und sich in einem Bogen um das Beobachtungslokal herumziehen, wie dies aus Tafel 5 dieser Abhandlung zu ersehen ist. Ungeachtet der Festigkeit des Bodens wurde ein Fundament von Backsteinen, aus zwei Steinlagen bestehend, gelegt, worauf ein Holzrahmen von 4″ Querschnitt (0,102 m) gelegt wurde. Der Zwischenraum des Balkenrahmens wurde mit hydraulischem Kalk ausgegossen. Ehe der Kalk getrocknet war, wurde ein schwerer Sandsteinblock von 3′ (0,914 m) Länge, 1′ 7″ (0,483 m) Breite und 10″ (0,254 m) Höhe festgemauert, der zur unmittelbaren Unterlage für die Pendeluhr zu dienen hatte und in seiner Höhe so berechnet war, dass er das Pendel der letzteren in eine Höhe brachte mit dem Endpunkte des Reversions-Pendels. In dem erwähnten Raume wurde ein Gerüste eingezapft und damit fest

[1]) Nach den mir damals angegebenen Ermittelungen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

verbunden ein massives Stück Holz, das früher schon erwähnt wurde, von 2′ 6″ (0,762 m) Höhe, 2′ 5,5″ (0,749 m) Breite und 4″ (0,102 m) Dicke. Das Gehäuse der Uhr wurde darauf an diesem Gestelle befestigt. Die untenstehende Figur I zeigt die Anordnung des Ganzen.

Durch diese Aufstellung der Uhr, die in keiner Verbindung steht mit den Wänden des Zimmers, glaube ich jeder Erschütterung vorgebeugt zu haben, soweit diese die Beobachtungen beeinträchtigen können. Die Uhr befand sich genau in der Mitte des massiven Stückes Holz. Zur Erklärung der Zeichnung sei nur erwähnt, dass S der Sockel der Uhr, U, war und E einen Theil der Wand der Erdaushebung darstellt.

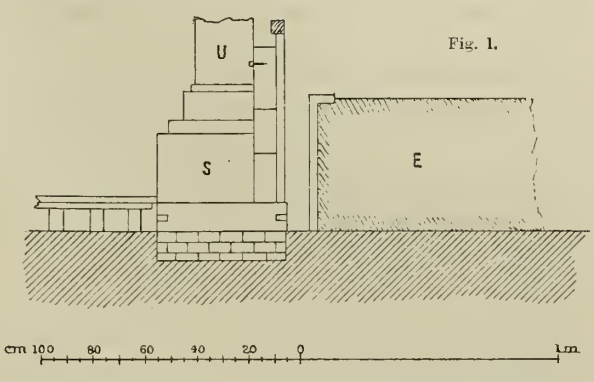


Fig. I.

Das Reversions-Pendel wurde auf folgende Weise aufgehängt und für die Schwingungen hergerichtet: In Figur II ist die Anordnung der Apparate in der Richtung nach dem Reversions-Pendel, von dem Koincidenz-Fernrohre aus gesehen, dargestellt. In der Mitte des Zimmers, gegen Osten, befinden sich die Fundamentgewölbe für die Kamine des oberen Stockwerkes. Die Widerlager des Gewölbes sind 1′ 1″ dick und von Backstein. Zwischen dem südlichen Widerlager und der südlichen Wand des Zimmers wurde eine starke Planke, a, von gutem, trockenem Tannenholze, 3′ 4″ (1,016 m) lang, 2″ (0,016 m) breit und 5″ (0,127 m) dick eingemauert, sodass von jeder Seite 4″ auflagen. Es mussten zu diesem Ende an beiden Seiten Backsteine herausgenommen werden, und wurden die Lücken mit dem Holze mittels hydraulischen Kalkes ausgefüllt. Die freie Spannweite für die Planke betrug 2′ 8″ (0,813 m). In der Mitte dieser Entfernung wurde ein Cedernpfeiler, P, mit einem Zapfen eingelassen. Der Querschnitt des Pfeilers betrug 9″ (0,229 m) im Quadrat, und war das Ende dieses Pfeilers fest in die Fundamentmauer des Hauses eingesetzt. Die obenstehende Zeichnung giebt ein klares Bild von der Anordnung dieses Theiles des Beobachtungsraumes.

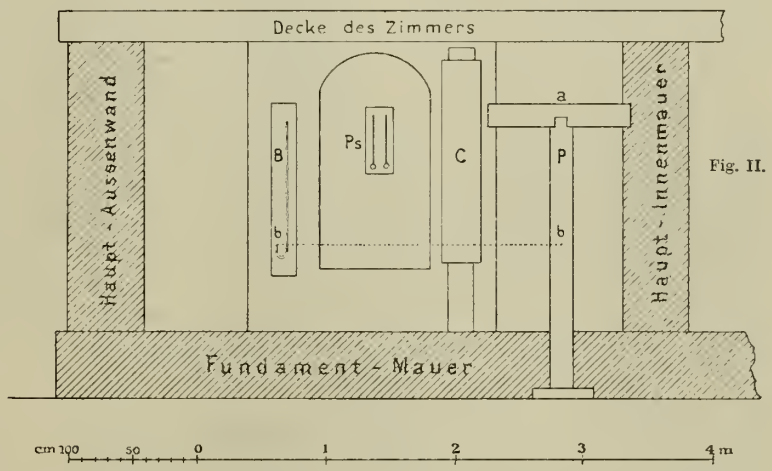


Fig. II.

Die Entfernung der oberen Kante der Planke vom Fussboden des Beobachtungszimmers betrug 5′ 2″ (1,575 m) oder von der Decke 2′ (0,612 m). Wie bemerkt kann die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Anordnung der Aufstellung aus der vorstehenden Figur erkannt werden, und erübrigt es nur noch einige Worte über die zur Aufhängung des Apparates dienende Planke hinzuzufügen. Figur III zeigt die Art und Weise, in welcher die Planke A in die Mauer eingelassen ist. Z ist der Zapfen des Cedernpfeilers, wodurch jede Erschütterung oder jedes Mitschwingen der Unterlage bei Schwingungen des an dem Pfeiler schwingenden Reversions-Pendels ausgeschlossen scheint.

Alle weiteren Einzelheiten der Aufhängung des Pendels mit der Arretirvorrichtung r und s sind aus Tafel 3 zu ersehen, und bedarf es wohl keiner weiteren Erklärung zum Verständniss der einzelnen Figuren dieser Tafel. Dabei mag erwähnt werden, dass auch diese Tafel eine ins Einzelne gehende Darstellung des Pendels selbst giebt (Figur 1 bis 7). Ueber die Dimensionen dieses Pendels wird in einem späteren Abschnitt dieser Abhandlung jeder wünschenswerthe Aufschluss gegeben werden. Bleiben wir für's Nächste noch bei der Erklärung der Figur II, so sei erwähnt, dass an dem Widerlager des Gewölbes sich ein Cedernpfeiler von gleichem Querschnitt mit dem oben erwähnten befindet, der dazu dient, den Vertikalkomparator C zum genauen Messen der Pendellänge aufzunehmen. Es wird im weiteren Verlauf auf die Beschreibung dieses Apparates zurückgekommen werden, und sei jetzt nur noch erwähnt, dass in der Nische neben dem Vertikalkomparator sich ein Psychrometer Ps befindet sowie ein Normalbarometer von Greiner jr. Berlin (B). Das untere Ende des letzteren wurde genau nivellirt und in Beziehung zu dem Reversions-Pendel gebracht.

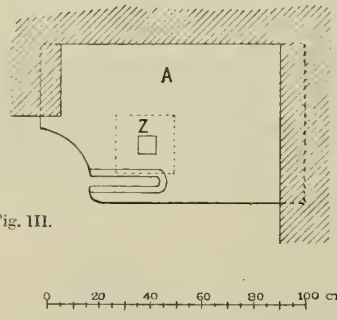


Fig. III.

Die eingehende Beschreibung der Apparate wird noch vorbehalten, für jetzt sei nur angegeben, dass auch im Grundplan, Tafel 2, die Anordnung der einzelnen Apparattheile zu erkennen ist. Des weiteren wird angegeben, dass sich in einer Linie mit dem Teleskop für die Beobachtung der Koincidenzen von Schwingungen des Pendels der Uhr und des Reversions-Pendels in c ein Objektiv aufgestellt befindet, mittels dem ein Bild des untern Endes des Reversions-Pendels am untern Ende des Uhrpendels, da wo der oben beschriebene Schlitz im Pappstreifen sich befindet, erzeugt wird, sodass man vom Koincidenzfernrohre f aus das projicirte Bild zugleich mit dem Bilde des Uhrpendels wahrnehmen kann (s. auch Tafel 1). Das Teleskop zur Beobachtung der Koincidenzen befindet sich auf einer hölzernen Säule von 8″ (0,203 m) im Quadrat und bis auf 2′ (0,610 m) tief in die Erde eingerammt. Die Säule H selbst ist ungefähr 2′ 4,5″ (1,029 m) über dem Boden der Aushöhlung. Der Zwischenapparat C mit Projektionslinse ist auf einem Cedernblock befestigt, der nur einige Zoll über dem Boden des Zimmers hervorragt, in den er auf 2′ (0,610 m) tief eingerammt ist.

In nachstehendem werden die Entfernungen der einzelnen Theile des Pendelapparates wenn das Reversions-Pendel eingehängt, die Koincidenzuhr aufgestellt und das Teleskop in der Mitte der für diesen Zweck bestimmten Säule befestigt ist, gegeben:

Entfernung des Pendels der Uhr (Schlitz im Zeiger) bis zum Reversions-Pendel = 7′ 11,5″ (2,426 m)

Entfernung des Objectivs des Projectionsapparates C vom Uhrpendel = 5′ 1,5″ (1,562 m)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Entfernung des Objektivs des Zwischenapparates vom Reversions-Pendel = 2′ 10″ (0,864 m)

Entfernung der Mitte des Teleskops vom Uhrpendel = 8′ $3^3/_4$″ (2,534 m).

Es ist nun noch hervorzuheben, dass es nicht möglich war, die Amplituden der Schwingungen des Reversions-Pendels direkt durch die Oeffnung am Uhrgehäuse zu beobachten, da das Gesichtsfeld des Fernrohrs f für diesen Zweck zu klein war, und mussten deshalb die Amplituden in einem Spiegel K (Tafel 1), welcher über der Uhr befestigt war, mittels eines zweiten Fernrohres g (Tafel 1) reflektirt beobachtet werden. Es wird später, da in Folge dieser Anordnung eine besondere Reduktion der Schwingungsweiten angewendet werden musste, auf diese Anordnung der Apparate zurückgekommen werden. Noch sei erwähnt, dass sämmtliche Beobachtungen bei künstlichem Lichte ausgeführt wurden, wodurch Sorgfalt darauf verwendet werden musste, dass eine störende Erwärmung des Apparates nicht stattfinden konnte.

Ueber die Weise die Koincidenzen zu beobachten sei nur erwähnt, dass die Enden des Reversions-Pendels in einen schmalen Streifen ausliefen, mittels dem ganz in der Weise, wie dies von Bessel[1]) beschrieben worden ist, die Koincidenzen mit dem Uhrpendel beobachtet werden konnten. Ein schmales weisses Blättchen an der unten befindlichen Skala für die Beobachtung der Amplituden gestattete die Ein- und Austritte, sowie die totale Verdunklung desselben mit aller wünschenswerthen Schärfe zu beobachten. Die Amplituden selbst wurden mittels einer feinen Stahlspitze an den Enden des Pendels, die über der Skala schwang abgelesen. Die Skala war mittels Stellstiften, die mit Klemmschrauben versehen waren, zu adjustiren und befand sich $1^3/_8$″ (0,035 m) hinter der Pendelspitze. Die Entfernung des oben beschriebenen Spiegels zur Beobachtung der Amplituden ist genau 5′ 0,5″ (1,535 m) über der Horizontallinie, welche durch das Ende des Pendels und das Koincidenzfernrohr geht. Vom Okular des Fernrohres bis zur Skala ist die Entfernung 17′ $0^3/_8$″ (5,182 m). Die Entfernung der Skala vom Aufhängepunkt ist durch die Länge des Pendels von der Messerschneide bis zur Stahlspitze gegeben. Es wird später bei der Reduktion der Schwingungsweiten auf diese Zahlen zurückgekommen werden und wird hier nur noch angegeben, dass die Skala in halbe Pariser Linien eingetheilt war, sodass 80 Theile der Skala etwa 90 mm betrugen.

Auf weitere Einzelheiten der Beobachtung bezw. Messung wird später zurückgekommen werden.

VI. Der Vertikal-Komparator

zur Bestimmung der Länge zwischen den Messerschneiden wurde nach meinen Angaben von dem Mechaniker Heinrich Schreiber in Melbourne angefertigt. Der, soviel mir bekannt, mit Ausnahme des von Littrow verwendeten Fühlhebel-Vertikal-Messapparat,[2]) eine Vorrichtung zum Messen der Pendellänge in vertikaler Lage noch nicht konstruirt war, so hatte ich mich zunächst über die Konstruktion eines solchen, für die Melbourner Verhältnisse geeigneten Apparates schlüssig zu machen. Denn, dass man in Fällen, wie

[1]) Mittels des Koincidenzcylinders.

[2]) S. S. 482 im Vorwort zu dieser Abhandlung.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sie bei Messungen von Pendellängen gegeben sind, diese nur in der Lage, in welcher das Pendel schwingt, ausführen dürfe, war bei der äussersten Genauigkeit, die angestellt werden musste, einleuchtend. Alle Versuche, das unter einem horizontal angeordneten Komparator befindliche Pendel durch Gewichte zu strecken, konnten nach den gemachten Erfahrungen nicht genügen. Da ein Vorbild für den Apparat nicht vorlag, so boten sich der Konstruktion eines solchen nicht unerhebliche Schwierigkeiten dar, die aber, wie der Erfolg zeigte, durch die Tüchtigkeit des Mechanikers überwunden wurden. Auf Tafel 4 dieser Abhandlung findet sich der Vertikalkomparator mit allen Details abgebildet und dürfte darnach eine eingehende Beschreibung desselben zum vollen Verständnisse kaum erforderlich sein. Figur 1 zeigt dessen Ansicht von vorne, Figur 2 von der Seite. Figur 3 der Tafel 4 ist ein Schnitt in der Richtung A-B und F-L, woraus die Anordnung der einzelnen Theile ersichtlich wird und namentlich die Lage der Mikrometer m', sowie die Vorrichtung ss der Schraube, mittels der das zu messende Pendel unter dem Mikrometer vorübergeführt werden konnte, um verschiedene Stellen der Messerschneiden zur Messung benützen zu können. Figur 4 ist ein Horizontaldurchschnitt durch C-E und H-J, sodass man das Mikroskop m und eine Vorrichtung q sehen kann, welch' letztere dazu diente, das Pendel bei den Messungen, leicht gestützt, festzuhalten. In beiden Figuren ist die Lage des Pendels i i angedeutet, sodass man erkennen kann, wie sich dasselbe während der Messung gelagert befindet. Erwähnt sei nur noch, dass, wenn das Pendel nicht eingehängt sich befand, der Normalmaasstab nn an seine Stelle gebracht werden konnte. Die Art und Weise der Messung der Entfernung der Messerschneiden des Pendels PP oder des Maassstabes auf der soliden Schiene hh ist im Allgemeinen ähnlich derjenigen, welche Sir G. Schuckburgh-Evelyn bei seinem Horizontalkomparator anwandte, und bedarf wohl keiner besonderen Auseinandersetzung.[1]) Die Figuren 5, 6, 7, 8, 9 und 10 der Tafel 4 geben Einzelheiten der Aufhängung bezw. der Bewegung einzelner Theile des Apparates. Thermometer zur Ablesung der jeweiligen Temperatur befanden sich in dem Gehäuse aufgehängt, in dem der Apparat, wenn nicht gebraucht, verschlossen war. Zur Aufstellung des Komparators sei noch erwähnt, dass sich derselbe an einer soliden Cedernsäule von 22,5 cm quadratischen Querschnitt T befestigt befand, die seinerseits wieder auf einer Mauer N ruhte und in der Wand des Beobachtungszimmers eingemauert sich befand. Die Anordnung ist aus Tafel 1 zu ersehen, sowie, dass der Komparator in unmittelbarer Nähe des Aufhängungs- und Schwingungsortes des Pendels sich befand, wodurch es zu bewirken möglich wurde, dass beide Apparate die gleiche Temperatur hatten.

VII. Das Messen der Pendellänge und die Vergleichung derselben mit dem Maassstab.

Der Komparator war, wie soeben erklärt, in unmittelbarer Nähe der Pendelvorrichtung aufgestellt (die horizontale Entfernung betrug etwa $2' 6^3/_4''$). Auf diese Weise konnte sowohl der Transport des Pendels zum Komparator, wie auch die Vergleichung mit dem Maassstabe in kürzester Frist ausgeführt werden. Temperaturdifferenzen zwischen den beiden Aufstellungen waren, wie gleichfalls schon bemerkt, bei dieser Anordnung der Aufstellung

[1]) Philosophical Transactions 1798 pl. I p. 133 ff.: An account of some Endeavours to ascertain a Standard of weights and measures.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ausgeschlossen. Die Vergleichung zwischen Maassstab und Pendel wurde stets so ausgeführt, dass vor dem Beginne einer Beobachtungsserie ein Vergleich der Pendellänge mit dem Maassstabe unter genauer Angabe der Temperatur am Pendel und am Maassstabe in der Weise ausgeführt wurde, dass zunächst der Maassstab unter den Mikrometer des Komparators eingestellt wurde; sodann wurde das Pendel unter die Mikroskope gebracht an derselben Stelle, wo der Maassstab vorher war, und die mikrometrische Differenz genauestens gemessen. Sobald das Pendel wieder in seine für die Schwingung geeignete Stellung (M, Tafel 1) gebracht worden war, wurde mit diesen begonnen in der späterhin zu beschreibenden Reihenfolge. Nach Beendigung einer Serie wurde zunächst wieder der Maassstab unter dem Mikrometer bezw. Mikroskope eingestellt, sodann entfernt, das Pendel an seine Stelle gebracht und mit aller Sorgfalt mikrometrisch die Entfernung der Messerschneiden gemessen. Nachdem dies geschehen und das Pendel entfernt war, wurde die Einstellung des Maassstabes, der nun wieder unter den Mikroskopen sich befand, verificirt. Die Messerschneiden waren in vier gleichweit von einander entfernten Stellen durch vertikale Striche markiert, sodass die Entfernung derselben mittels der oben angeführten Schraube (Tafel 4 Figur 1 s s) an vier verschiedenen Stellen gemessen werden konnte; jede Messung der Entfernung der Messerschneiden zu Anfang und zu Ende wurde auf diese Weise zwischen zwei Maassstabeinstellungen durchgeführt. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass die Temperatur an den verschiedenen für die Reduktion wichtigen Punkten des Apparates strengstens notirt wurde.

VIII. Der Maassstab und die vorläufigen Ergebnisse der Vergleichungen desselben.

Der Maassstab, der aus vorzüglichem harten Messing angefertigt war, hatte einen quadratischen Querschnitt von 13,3 mm Seite und trug an dem oberen Ende, etwa 7 cm von dem äussersten Ende entfernt, eine Vorrichtung (Tafel 4 Figur 1 und Figur 2 o o), in welcher er in ganz ähnlicher Weise, wie das Pendel, in die am Komparator angebrachten Lager eingelassen ruhte und zwar alsdann auf zwei, ähnlich wie bei den Messerschneiden des Pendels, befindlichen Zapfen. Es wurde der Maassstab, nachdem er in die senkrechte Lage mittels einer kleinen, am unteren Ende befindlichen Schraube, gegen welche er nur ganz leise angelehnt sich befand, sonst nicht weiter, weder in der Mitte, noch unten festgeklemmt. Es wurde alsdann die durch die unmittelbar vorhergegangene Lage des Messerschneiden des Pendels genau adjustirte Lage unter den Mikrometern auch für die Einstellung des Maassstabes massgebend. Es forderte nur eine geringe Uebung, sich von der korrekten Lage des Maassstabes zu überzeugen und sich der Unverrückbarkeit desselben stets zu versichern. Es geht aus dieser Darstellung hervor, dass der Maassstab, wenn die Zapfenlager an dem Komparator genau adjustirt waren, vollkommen frei und ohne eine Pressung von irgend einer Seite zu erleiden, unter den Mikroskopen senkrecht herabhing. In dem Gehäuse, in welchem der Komparator, wenn er nicht gebraucht wurde, eingeschlossen war, befand sich an der Seite eine Vorrichtung mit Zapfenlagern, in welchen der Maassstab stets in der gleichen Weise, wie er bei den Messungen hing, aufbewahrt wurde.

Der Pfeiler, an welchem der Komparator befestigt war, bestand, wie ich schon oben angeführt, aus einem durchaus gesunden und wohl ausgetrockneten Cedernblock mit quadratischem Durchschnitt von 22,5 cm Seite. Die Höhe des Pfeilers betrug 156 cm.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Es wird hier nur noch erwähnt, dass, nachdem der ganze Apparat von der Königlich Preussischen Regierung für die Sternwarte in Kiel angekauft worden war, an dem Maassstabe einige Veränderungen angebracht wurden, die aber keinerlei Einfluss auf die Längenverhältnisse desselben ausübten, was hier ausdrücklich, um irrige Auffassungen zu verhüten, hervorgehoben sei. Unter der Leitung des Professor C. F. W. Peters des jüngeren wurden in eer Folge mit dem identischen Apparate Pendelmessungen in Altona, Königsberg in Preussen und in Berlin ausgeführt, von welchen weiter unten die Rede sein wird, und hat die obige Bemerkung nur den Zweck zu betonen, dass weder am Maassstabe noch am Apparate überhaupt solche Veränderungen angebracht wurden, die die Vergleichung der mit demselben in Melbourne, Berlin, Königsberg und Altona ausgeführten Beobachtungen in irgend einer Weise alterirt oder unzulässig gemacht haben würden.

Der zu den Beobachtungen verwendete Maassstab spielt in dieser Beobachtungsserie eine so wichtige Rolle, dass es erforderlich sein wird auf dessen Vergleichung mit Normalmaassen im Einzelnen zurückzukommen. Hier sei nur soviel jetzt schon hervorgehoben, dass gleich nach Abschluss der Beobachtungen (1864) der Maassstab des Pendels Lohmeier mit dem Normalmaasse (Standard Bars) des geodätischen Vermessungsbureau von Victoria verglichen wurde und dass diese Vergleichung zu einer Zeit stattfand, als die berühmte Arbeit von Clarke über die Vergleichung der englischen yard mit dem Metermaas in dem Werke Comparison of Standards u. s. w. noch nicht festgestellt war und also eine Zurückführung auf ein gemeinsames Maass nicht möglich schien. Die dadurch bedingte Unsicherheit veranlasste mich mit der Veröffentlichung der Endergebnisse zurückzuhalten und im Laufe von 30 Jahren zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten Vergleichungen anzustellen; es wird auf diesen Gegenstand am Schluss der Abhandlung noch im Einzelnen zurückgekommen werden und soll hier nur noch das Endergebniss, nachdem alle Unsicherheit möglichst entfernt war, kurz angeführt werden.

Die verschiedenen Vergleichungen des Messing-Maassstabes sind nun wie folgt:

1. Ellery. 1864. Melbourne	1 m + 0,438 mm
2. Förster. 1869. Berlin	+ 0,447 „
3. Förster. 1869/70. Berlin	+ 0,459 „
4. Chisholm. 1870. London	+ 0,437 „
5. Baumann. 1872. Berlin	+ 0,458 „
6. Pensky und J. Baumann. 1880. Berlin	+ 0,437 „
7. Stadthagen. 1896. Berlin	+ 0,442 „

Daraus ergiebt sich ein Mittelwerth von:

Maassstab = 1 m + 443,3 μ bei 58° Fahrenheit. (μ = Mikron = Tausendel mm.)

Dabei sind die Vergleichungen unter 3 und 5 als eine gezählt und eine zufriedenstellende Uebereinstimmung erzielt, jedoch wurde schliesslich aus allen Vergleichungen ein Mittelwerth gezogen, welcher sich auf:

$$\text{Maassstab} = 1\text{ m} + 445\ \mu$$

erhöht, und es wurde dieser Werth der Ableitung des Pendels den Beobachtungen in und für Melbourne zu Grunde gelegt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

IX. Das Reversions-Pendel im Einzelnen beleuchtet. Allgemeine Konstruktion und Dimensionen. Ausdehnungs-Koefficient.

Das Reversions-Pendel besitzt eine Gesammtlänge, von Spitze zu Spitze gerechnet, von 2 m und einen Messerschneidenabstand von 1,001 m. Um den Ausdehnungs-Koefficienten des Reversions-Pendels zu bestimmen, wurde dasselbe in Baumwollwatte eingepackt, in welche an verschiedenen Stellen Thermometer eingebettet lagen. Diese leichte, nahezu gewichtlose Umhüllung vermehrte die Belastung nicht und konnte das so verpackte Pendel in den Komparator und unter die Mikrometer gebracht werden. Es konnte das in Baumwolle gehüllte Instrument zu einer beträchtlichen Höhe erhitzt werden; während die Messungen unter dem Komparator vorgenommen wurden, kühlte sich dasselbe langsam ab, sodass man den Abstand der Messerschneiden mit aller Sicherheit und ohne Uebereilung bei verschiedenen Temperaturen ausführen konnte. Aus den verschiedenen Resultaten ergiebt sich als Länge des Schneidenabstandes in mm, wenn von der für die Vergleichstange erforderlichen Temperaturkorrektion abgesehen und mit $\mu = 0{,}0161913$ der Werth eines Theilstriches der Mikrometerschraube am Komparator bezeichnet wird:

bei $87{,}5^0 = 1000 + 54{,}96\ \mu = 1000{,}8898$
„ $83{,}0^0 = 1000 + 53{,}80\ \mu = 1000{,}8710$
„ $77{,}5^0 = 1000 + 49{,}43\ \mu = 1000{,}8003$
„ $71{,}5^0 = 1000 + 45{,}50\ \mu = 1000{,}7367$
„ $67{,}8^0 = 1000 + 42{,}75\ \mu = 1000{,}6921$
„ $57{,}8^0 = 1000 + 37{,}95\ \mu = 1000{,}6144$
„ $56{,}5^0 = 1000 + 38{,}63\ \mu = 1000{,}6254.$

Die Temperaturen der Vergleichstange, von welchen soeben die Rede war, waren zu denselben Zeiten:

$59{,}0^0$ . . . . . $+ 0{,}4010$ mm
$59{,}60^0$ . . . . . $+ 0{,}4070$ „
$59{,}65^0$ . . . . . $+ 0{,}4082$ „
$59{,}25^0$ . . . . . $+ 0{,}4038$ „
$59{,}25^0$ . . . . . $+ 0{,}4038$ „
$57{,}80^0$ . . . . . $+ 0{,}3890$ „
$56{,}40^0$ . . . . . $+ 0{,}3744$ „

sodass die verbesserte Pendellänge für die obige Temperatur wird wie folgt:

1001,2908
1001,2786
1001,2085
1001,1405
1001,0959
1001,0034
1000,9999.

Diese Resultate werden im Endergebniss eine Veränderung erfahren, wovon am Schlusse eine eingehende Darlegung erfolgen wird.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nehmen wir nun einstweilen an, die Länge des Pendels sei bei t-Grad Fahrenheit:

$$l = 1001 + x + (t - 60)(0{,}01049 + y),$$

so erhalten wir, indem wir für l und t die obigen Werthe einsetzen, für x und y folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned}
x + 27{,}5\,y - 0{,}0023 &= 0\\
x + 23{,}0\,y - 0{,}0373 &= 0\\
x + 17{,}5\,y - 0{,}0249 &= 0\\
x + 11{,}5\,y - 0{,}0199 &= 0\\
x + \;\;7{,}8\,y - 0{,}0141 &= 0\\
x - \;\;2{,}2\,y - 0{,}0265 &= 0\\
x - \;\;3{,}5\,y - 0{,}0366 &= 0.
\end{aligned}$$

Bestimmt man aus diesen Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate die Grössen x und y, so ergiebt sich:

$$\begin{aligned}
x &= + 0{,}0282184\\
y &= - 0{,}0004403.
\end{aligned}$$

Der Ausdehnungskoefficient des Pendels beträgt also bei 1^0 Fahrenheit:

$$\mu = \frac{0{,}01049 - 0{,}0004403}{1001} = 0{,}00001004.$$

X. Bestimmung der mittleren Temperatur des Pendels.

Zur Bestimmung der mittleren Temperatur des Pendels waren im Pendelgehäuse drei Thermometer in der Entfernung $e = 196$ mm, $e' = (196 + 816)$ mm $= 1012$ mm und $e'' = (1012 + 816)$ mm $= 1828$ mm von der obersten Spitze des Pendels angebracht. Von der Spitze bis zur nächsten Messerschneide ist die Entfernung gleich $= 493{,}3 = F$, bis zur folgenden Messerschneide $= 1493{,}3 = F'$.

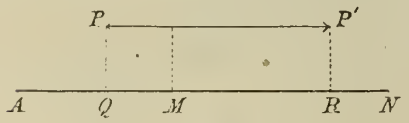


Fig. IV.

Es seien $P\,P'$ (in Figur IV) die Messerschneiden des Pendels, $A\,N$ parallel mit $P\,P'$, A der Anfangspunkt der Koordinaten, $P\,Q$ senkrecht auf $A\,N$, $A\,Q = F$, $A\,R = F'$, $A\,M = x$. Bei M sei die Temperatur:

$$a + b\,x + c\,x^2,$$

so ist sie für:

$$\begin{aligned}
x = e \;\ldots\ldots\; a + b\,e + c\,e^2 &= A\\
x = e' \;\ldots\ldots\; a + b\,e' + c\,e'^2 &= B\\
x = e'' \;\ldots\ldots\; a + b\,e'' + c\,e''^2 &= C.
\end{aligned}$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die mittlere Temperatur des Pendels wird alsdann:

$$M = \int_{x=F}^{x=F'} \frac{(a + b\,x + c\,x^2)}{F' - F}\,d\,x.$$

$$= a + {}^1/_2\,(F' + F)\,b + {}^1/_3\,(F'^2 + F\,F' + F^2)\,c$$
$$= a + 994{,}3\,b + 1072299\,c.$$

Es ist nun:

$$A = a + 196\,b + 38416\,c$$
$$B = a + 1012\,b + 1024144\,c$$
$$C = a + 1828\,b + 3341584\,c.$$

Hieraus folgt:

$$a = 1{,}389141\,A - 0{,}538087\,B + 0{,}148945\,C$$
$$b = -0{,}002133\,A + 0{,}003040\,B - 0{,}000907\,C$$
$$c = [A - 2\,B + C]\,0{,}000000751,$$

und für die mittlere Temperatur des Pendels:

$$M = 0{,}073911\,A + 0{,}873877\,B + 0{,}052217\,C,$$

wo A, B, C die Angaben der drei Thermometer bezeichnen.

Werden nur die Angaben der zwei Thermometer B und C berücksichtigt, so finden wir aus den Gleichungen:

$$B = a + 1012\,b$$
$$C = a + 1828\,b:$$

$$a = 2{,}240197\,B - 1{,}240197\,C$$
$$b = \frac{1}{816}\,(C - B)$$

und für die mittlere Temperatur des Pendels:

$$M = 1{,}021694\,B - 0{,}021694\,C.$$

XI. Bestimmung der Dimensionen, Volumina und Gewichte der einzelnen Theile des Pendels.

In dem Folgenden ist eine Uebersicht über die einzelnen Theile gegeben, aus denen das Pendel zusammengesetzt ist, und es ist bezeichnet worden mit:

v, das Volumen des respektiven Theiles in Kubikmillimeter,

g, sein Gewicht in englischen grains,

s, die Entfernung seines Schwerpunktes von der obersten Messerschneide, als das leichte Gewicht unten war; ferner sind die Dimensionen der Theile in Millimetern angegeben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

I. Voller Cylinder.

Durchmesser	89,2 mm
Dicke	31,5 mm.

Für den zum Aufschieben auf die Stange fehlenden Theil:

Breite	37,5 mm	v = 186143,9 cbmm
Dicke	3,3 mm	g = 16270,5 grains
		s = — 81,0 mm.

II. Hohler Cylinder.

Dicke der Wandung	1,14577 mm	v = 23286,3 cbmm
äusserer Durchmesser	89,2 mm	g = 2976,0 grains
innerer Durchmesser	86,90846 mm	s = + 1083,0 mm
Höhe	31,5 mm.	

III. Mittleres Gewicht.

Durchmesser	74,72 mm	v = 129283,5 cbmm
Höhe	31,5 mm	g = 13129,0 grains
		s = + 510,0 mm

IV. Ganze Stange.

Länge	1328,4 mm	v = 164389,6 cbmm
Breite	37,5 mm	g = 20822,4 grains
Dicke	3,3 mm	s = + 501,0 mm

V. Oberer Theil der Stange.

Derselbe wurde zum Zwecke seiner Berechnung in zwei Stücke zerlegt gedacht, wie nebenstehende Figur V zeigt:

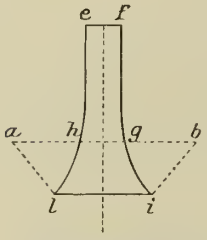


Fig. V.

a) Stück $efgh$

Länge	283,6 mm	v = 9358,8 cbmm
Breite	10,0 mm	g = 1185,4 grains
Dicke	3,3 mm	s = — 320,2 mm

b) Stück $gilh$

li = 37,5 mm	hl = 28,3 mm	v = 1227,0 cbmm
ah = 32,8 mm	ab = 75,6 mm	g = 155.3 grains
hg = 10,0 mm		s = — 168,3 mm

VI. Koincidenzprisma.

Länge	4,5 mm	v = 41,6 cbmm
Breite	2,8 mm	g = 5,3 grains
Dicke	3,3 mm	s = — 463,1 mm

VII. Spitze.

Höhe	18 mm	v = 29,7 cbmm
Breite	1 mm	g = 3,8 grains
Dicke	3,3 mm	s = — 471,3 mm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

VIII. Schrauben an den Gewichten.

Dieselben bestehen aus je drei Cylindern,

deren Durchmesser resp. 15,6, 5,4 und 10,7 mm	v =	986,1 cbmm
deren Höhe „ 2,8, 5,5 „ 3,6 mm	g =	124,9 grains
	s =	— 81,0 mm

IX. Schneidenprisma (von Stahl).

Höhe	11,0 mm	v = 3893,1 cbmm
Breite	15,8 mm	g = 468,4 grains
Dicke	44,8 mm	s = — 3,7 mm

X. Schneidencylinder (von Stahl).

Höhe	7,8 mm	v = 331,4 cbmm
Radius	2,6 mm	g = 39,9 grains
		s = 0 mm

Die Bezeichnung der folgenden Stücke, die zur Befestigung der Schneiden und Gewichte am Pendel dienen, ist in nebenstehender Figur VI erläutert:

XI. Das Stück MK.

Höhe	140,0 mm	v = 86100 cbmm
Breite	37,5 mm	g = 10905,8 grains
Dicke	8,2 mm	s = — 83,6 mm

XII. Das doppelte Stück KL.

Höhe	13,0 mm	v = 18525,0 cbmm
Breite	37,5 mm	g = 2346,5 grains
Dicke	19,0 mm	s = — 6,5 mm

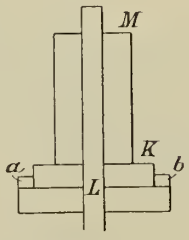


Fig. VI.

XIII. Die Stücke a und b (von Stahl).

Höhe	7,6 mm	v = 448,6 cbmm
Breite	4,1 mm	g = 54,0 grains
Dicke	7,2 mm	s = — 3,8 mm

XII. Bestimmung des specifischen Gewichtes der einzelnen Theile des Pendels.

Die Angaben in obiger Uebersicht über die Dimensionen, Volumina und Gewichte der einzelnen Theile des Pendels ermöglichen es, deren specifische Gewichte zu bestimmen. Da 1 g = 15,434725 grains, so ist das specifische Gewicht eines Stückes:

$$s = \frac{1000\,g}{15{,}434725 \cdot v}.$$

Nach einer eingehenden Diskussion der einzelnen Messungen und Wägungen und einer Diskussion der Ergebnisse, die wir hier im Einzelnen nicht zum Abdrucke bringen, die sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

aber in der Originalberechnung in extenso wiedergegeben finden, ergiebt sich das specifische Gewicht S:

I. Voller Cylinder $S = 5{,}663086$
III. Mittleres Gewicht $S = 6{,}5795$.

Für II. Hohles Gewicht ergiebt sich aus den einzelnen Wägungen und Messungen für das specifische Gewicht des Messings allein $S = 8{,}280047$; und es wurde mit Hilfe seines Gewichtes die Dicke der Wandung zu 1,14577 mm bestimmt.

Für die übrigen Messingtheile ergiebt sich, wenn man vom Gesammtgewicht des Pendels die Stahltheile, deren specifisches Gewicht zu 7,795 angenommen wurde, und die obigen Gewichte abzieht, das specifische Gewicht $S = 8{,}2065$.

Ordnen wir nun die Volumina und Gewichte, sofern sie bestimmt wurden, nach den römischen Zahlen, wie sie in Vorstehendem angewandt sind:

		Volumen	Gewicht[1])
Va	oberer Theil, Fig. V *efgh*	9358,8 cbmm	1184,5 grains
Vb	unterer Theil, Fig. V *ghil*	1227,0 „	155,3 „
VI	Koincidenzprisma	41,6 „	5,3 „
VII	Spitze	29,7 „	3,8 „
VIII	Schrauben an den Gewichten	986,1 „	124,8 „
XI	Stück *MK*, Fig. VI	86100,0 „	10897,2 „
XIII	Stück *ab*, Fig. VI	18525,0 „	2344,6 „
		116268,2 cbmm	14715,5 grains.

Multipliciren wir diese Werthe mit 2, so haben wir für die symmetrisch liegenden Messingtheile:

	Volumen	Gewicht
	232536,4 cbmm	29431,0 grains
dazu kommt für die Stange	164389,6 „	20822,4 „
	396926,0 cbmm	50253,4 grains.

Dies ist das Gewicht der Messingtheile des Pendels ohne die beiden Linsen.

Das Gewicht der Theile aus Stahl ist:

IX	468,4 grains
X	39,9 „
XIII	54,0 „
	562,3 grains.

Dies multiplicirt mit 2 giebt = 1124,6 grains, wozu das Gewicht der mittleren Linse von 13129 grains gelegt wird, giebt = 14253,6 grains.

Nach meinen Wägungen war das Gewicht des Pendels = 64530 grains. Wird davon das Gewicht der mittleren Linse und der Stahltheile abgezogen, so bleibt:

als Gewicht 50276,4 grains.

Durch die obige Rechnung haben wir erhalten 50253,4, also eine Differenz von 23,0 grains, eine gute Uebereinstimmung.

---

[1]) Es wurde von einer Umrechnung von „grains“ in Gramm abgesehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XIII. Gang der Uhr im Pendelzimmer gegen mittlere Zeit.[1])

Es wird in einem Anhange eine Tabelle über die Vergleichung der Pendeluhr gegeben werden. Um nun für jede Beobachtungsreihe den Gang der Uhr im Pendelzimmer gegen mittlere Zeit zu bestimmen, wurde der stündliche Gang der Uhr, der zur Mitte der Koincidenzreihe gehört, aus drei Uhrständen abgeleitet, von denen die beiden äusseren die Beobachtungsreihe zunächst einschliessen. So wurde beispielsweise für den 16. Oktober die Rechnung folgendermaassen ausgeführt:

	mittl. Zeit	Uhrkorrektion
1863. Oktober 16	$1^h\ 0^m$	$+ 14{,}99^{sec}$
„	$8^h\ 6^m$	$+ 15{,}77^{sec}$
„ Oktober 17	$1^h\ 3^m$	$+ 15{,}22^{sec}$.

Daraus ergiebt sich:

Oktober 16	$4^h\ 33'$	stündl. Gang	$+ 0{,}0254$
Oktober 16	$16^h\ 35'$	stündl. Gang	$+ 0{,}0029$
Erste Koincidenz			$6^h\ 50'\ 56''5$
Letzte Koincidenz			$9^h\ 2'\ 15''5$
		Mittel	$7^h\ 57'$

Nimmt man an, dass der stündliche Gang der Uhr in der Zwischenzeit von $12^h\ 2'$ sich der Zeit proportional geändert hat, so ist sein Werth für $7^h\ 57' = + 0{,}0190$ und dieser ist für die Reduktion der Beobachtungen von Oktober 16, $6^h\ 51'$ bis $9^h\ 2'$, in Anwendung zu bringen. Der auf diese Weise gefundene Gang der Uhr ist weiter unten angegeben.

Ist so der stündliche Gang bestimmt, so ist die wegen des Ganges der Uhr verbesserte Schwingungszeit, wenn wir die unverbesserte mit t', den stündlichen Gang der Uhr mit a bezeichnen:

$$t = t' + \frac{a}{3600} t' = t' \left[1 + \frac{a}{3600}\right].$$

Von Juli 23 bis September 1 hat der Gang der Uhr, da er zu den Berechnungen nicht benützt werden musste, keine weitere Bedeutung und wird aus diesem Grunde, zumal er nahezu $= 0$ angenommen werden konnte, des Näheren nicht angegeben.

XIV. Ableitung der Schwingungszeit aus den Beobachtungen.

Die Dauer einer Schwingung in Uhrzeit wurde nach dem von Bessel angewandten Verfahren berechnet. Die Schwingungsweiten des Pendels sind auf einer Skala gemessen, wovon 80 Theile $= 90$ mm sind. Bei der Berechnung der Grösse der Schwingungen war zu berücksichtigen, dass die Skala sich nicht in der Schwingungsebene des Pendels, sondern hinter derselben befindet. Es wird am Ende dieses Paragraphen die Reduktionsweise mit Rücksicht auf diesen soeben berichteten Umstand gegeben werden. Bezeichnen wir zunächst

[1]) S. Anhang II.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wie Bessel mit μ die Schwingungsweite,[1]) so ist nach der Abhandlung die auf unendlich kleine Bögen reducirte Schwingungszeit $s = t(1 + \alpha\mu^2)$, wo $\log\alpha = 2{,}54348 - 10$ ist, und t die Dauer einer Schwingung von der Weite μ.

Wenn leichtes Gewicht oben, ist $t = 1^s{,}00470$
„ „ „ unten, „ $t = 1^s{,}00494$.

Demnach wird die Schwingungszeit:

$1{,}00470\,[1 + \alpha\mu^2]$ für leichtes Gewicht oben
und $1{,}00494\,[1 + \alpha\mu^2]$ für leichtes Gewicht unten.

Hiernach ist eine Tafel berechnet, welche mit μ als Argument die Schwingungszeit s giebt.

Es sei ferner:

M die Masse des ganzen Pendels,
s der Abstand des Schwerpunkts vom Aufhängepunkt bei der Temperatur T,
l die Entfernung des Schwingungsmittelpunktes vom Aufhängepunkt bei der Temperatur T,
h die Höhe der Schneide,
μ der Ausdehnungskoefficient des Messings (nicht zu verwechseln mit obigem μ),
σ der Ausdehnungskoefficient des Stahles
und MK^2 das Trägheitsmoment des Pendels in Bezug auf eine parallel den Schneiden durch den Schwerpunkt gelegte Axe, so ist:

$$l = \frac{Ms^2 + MK^2}{Ms} = \frac{s^2 + K^2}{s}$$

$$K^2 = s(l - s)$$

$$lg\,l = lg\,(s^2 + K^2) - lg\,s$$

$$\frac{dl}{l} = \frac{2\,s\,ds + 2\,K\,dK}{s^2 + K^2} - \frac{ds}{s}$$

$$\frac{s\,dl}{l} = \frac{2}{l}(s\,ds + K\,dK) - ds.$$

Bei der Temperatur $T + \tau$ verändert sich:

s in $s + s\,\mu\,\tau + h(\mu - \sigma)\,\tau$
K sehr nahe in $K + K\,\mu\,\tau$

also:

$$ds = s\,\mu\,\tau + h(\mu - \sigma)\,\tau$$

$$dK = K\,\mu\,\tau$$

$$s\,dl = 2\,[s^2\,\mu\,\tau + s\,h(\mu - \sigma)\,\tau + K^2\,\mu\,\tau] - l\,s\,\mu\,\tau - l\,h(\mu - \sigma)\,\tau$$

$$l = l\,s\,\mu\,\tau + (2\,s - l)\,h(\mu - \sigma)\,\tau$$

$$dl = l\,\mu\,\tau + \left(2 - \frac{l}{s}\right)h(\mu - \sigma)\,\tau.$$

[1]) Bessel, Seite 27.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Schwingungszeit des Pendels sei:

$$t = A\sqrt{l}$$

$$dt = \frac{t\,dl}{2l}$$

$$dt = t\left\{\frac{1}{2}\mu\tau + \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{2s}\right)h(\mu - \sigma)\tau\right\}.$$

Setzen wir hierin die Werthe:

μ (Ausdehnungskoefficient für Messing) $= 0{,}00001004$[1])

h $= 11$ mm

σ (Ausdehnungskoefficient für gehärteten Stahl) $= 0{,}00000681$ Ausdehnungskoefficient für gehärteten Stahl (nach Smeaton)

l $= 1000{,}6$ mm,

so wird, wenn:

$s = 593{,}05$, also leichtes Gewicht oben, daher $dt = 0{,}000005049\,\tau$

$s = 407{,}55$, „ „ „ unten, „ $dt = 0{,}000005037\,\tau$.

Beträgt demnach die Schwingungsdauer bei der Temperatur T s, so beträgt sie bei der Temperatur $T + \tau$:

$s + 0{,}00000505\,\tau$, wenn leichtes Gewicht oben

$s + 0{,}00000504\,\tau$, „ „ „ unten.

Es sei nun t die Dauer einer Schwingung für einen unendlich kleinen Schwingungsbogen, k ein genäherter Werth für pt, wo p das arithmetische Mittel aus der Zahl der Schwingungen ist, die von einer Koincidenz zur andern beobachtet worden, so ist:

für leichtes Gewicht oben $k = p\,1{,}00470$

„ „ „ unten $k = p\,1{,}00494$.

Ferner sei y die noch an k anzubringende Korrektion, sodass $pt = k + y$, i die Anzahl der Gruppen, in welche die beobachteten Koincidenzen verteilt worden, x der Beobachtungsfehler der ersten Koincidenz, so führen die i Mittelwerthe zu Bedingungsgleichungen folgender Art:

$$\begin{aligned} 0 &= x \\ 0 &= n_1 + x + a_1\,y \\ 0 &= n_{11} + x + a_{11}\,y \\ &\vdots \\ 0 &= n_i + x + a_i\,y. \end{aligned}$$

Setzen wir:

$$\begin{aligned} n_1 + n_{11} + n_{111} + \ldots + n_i &= \Sigma(n) \\ a_1 + a_{11} + a_{111} + \ldots + a_i &= \Sigma(a) \\ a_1^2 + a_{11}^2 + a_{111}^2 + \ldots + a_i^2 &= \Sigma(a^2) \\ a_1 n_1 + a_{11} n_{11} + a_{111} n_{111} + \ldots + a_i n_1 &= \Sigma(a\,n), \end{aligned}$$

so wird:

$$i\,x + \Sigma(a)\,y + \Sigma(n) = 0; \qquad \Sigma(a)\,x + \Sigma(a^2) + \Sigma(a\,n) = 0$$

und daraus:

$$x = \frac{\Sigma(a)\cdot\Sigma(a\,n) - \Sigma(n)\cdot\Sigma(a^2)}{i\,\Sigma(a^2) - \Sigma(a)\,\Sigma(a)}; \qquad y = \frac{\Sigma(n)\cdot\Sigma(a) - i\,\Sigma(a\,n)}{i\,\Sigma(a^2) - \Sigma(a)\cdot\Sigma(a)}.$$

[1]) Nach Neumayer's Versuchen berechnet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Hat man auf diese Weise y bestimmt, so ist:

$$t = 1{,}00470 + \frac{y}{p}, \text{ wenn leichtes Gewicht oben}$$

$$t = 1{,}00494 + \frac{y}{p}, \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{unten.}$$

Ist nun i gegeben, so sind auch $\Sigma(a)$ und $\Sigma(a^2)$ bekannt, da beides Funktionen von i sind. Demnach lassen sich die Werthe von x und y aus den Werthen von $\Sigma(n)$ und $\Sigma(a\,n)$ berechnen, wenn nur i gegeben ist. Zu diesem Zwecke dient folgende Tafel, wo der Abkürzung wegen $\Sigma(n) = a$ und $\Sigma(a\,n) = b$ gesetzt ist, und die in Klammern stehenden Zahlen Logarithmen sind:

i	y	x
9	$\frac{4\,b - a}{60}$	$\frac{6\,b - 34\,a}{90}$
10	$\frac{9\,a - 2\,b}{(2{,}217484)}$	$\frac{3\,b - 19\,a}{(1{,}740363)}$
11	$\frac{5\,a - b}{110}$	$\frac{5\,b - 35\,a}{110}$
12	$\frac{11\,a - 2\,b}{(2{,}456366)}$	$\frac{33\,b - 253\,a}{(2{,}933487)}$
13	$\frac{6\,a - b}{182}$	$\frac{3\,b - 25\,a}{91}$
14	$\frac{91\,a - 14\,b}{(3{,}503109)}$	$\frac{182\,b - 1638\,a}{(3{,}804139)}$
15	$\frac{7\,a - b}{(2{,}447158)}$	$\frac{3\,b - 29\,a}{120}$
16	$\frac{15\,a - 2\,b}{(2{,}832509)}$	$\frac{3\,b - 31\,a}{(2{,}133539)}$

XV. Entfernung der Messerschneiden.

An die gefundene Entfernung der Messerschneiden, die ich durch die Form $1000 + {}^1/_4\,(a\,\mu + b\,\mu + c\,\mu + d\,\mu)$ gebe, wurde die Korrektion wegen Wärmeausdehnung des Pendels angebracht. Dazu dient folgende Tafel:

Temperatur	Korrektion
54°	+ 0,348
55°	+ 0,359
56°	+ 0,370
57°	+ 0,381
58°	+ 0,391
59°	+ 0,401
60°	+ 0,412
61°	+ 0,422
62°	+ 0,432.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XVI. Weise der Beobachtung der Schwingungsweiten und Reduktion derselben.

Es wird hier die Stelle sein darzulegen, in welcher Weise die Schwingungsweiten, wie sie durch den früher beschriebenen Spiegel über der Uhr beobachtet worden sind, auf die wirklichen Schwingungsweiten reducirt werden müssen.

Die hier folgende Figur VII stellt den geometrischen Sachverhalt dar und dient zur Erklärung der Reduktionsmethode.

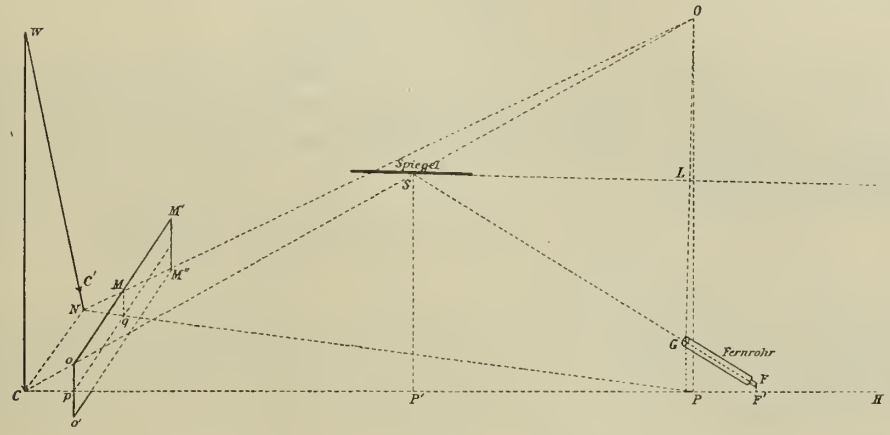


Fig. VII.

W sei der Punkt, um welchen das Pendel schwingt,
WC das Pendel in seiner lothrechten Lage,
C alsdann die unterste Spitze des Pendels,
CH sei eine durch C geführte Horizontallinie, die senkrecht zu der Ebene CWC' ist, in welcher das Pendel schwingt,
$o\,M\,M'\,M''\,o'$ sei die Skala, an welcher die Schwingungsweiten abgelesen werden,
$o\,M\,M'$ die obere Kante der Skala,
$p\,q$ sei die Linie, längs welcher eine durch CH gelegte Horizontalebene die Ebene der Skala schneidet,
M der Punkt der Skala, an welchem, vom Fernrohre GF aus gesehen, die Verlängerung der Mittellinie des Pendels erscheint, wenn dieses die Lage WC' hat,
N der Punkt, wo die verlängerte WC' die durch CH gelegte Horizontalebene trifft,
G die Mitte des Objektives des Fernrohres FG,
GLC senkrecht zur Spiegelfläche,
$LO = GL$,
OP sei senkrecht auf CH,
q sei der Punkt, wo die Grade NP die Skalenebene schneidet,
$o\,M$ in Theilen der Skala abgelesen sei $= a$, so ist $o\,M = {}^9/_8\,a$ mm,
WC sei l,
$CP = a$,
$Cp = h$.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

So ist:

$$o\,M : C\,N = p\,q : C\,N, = p\,P : C\,P, = (a - h) : a.$$

Daraus folgt:

$$C\,N = o\,M \cdot \frac{a}{a - h} = \frac{{}^9/_8\, a\, a}{a - h}\,\text{mm},$$

und wenn $\sphericalangle\, C'\,W\,C = u$ genannt wird, so ist:

$$\text{tang}\, u = \frac{C\,N}{C\,W} = {}^9/_8\, \frac{a\, a}{(a - h)\, l}.$$

Es ist $h = -34$ mm $= 1{,}34$ engl. Zoll (es ist nämlich die Skala ausserhalb $C\,F'$).

Nach der Zeichnung ist von der untern Messerschneide des Pendels bis zur Spitze C $= 493{,}2$ mm, Entfernung der Messerschneiden 1000,58 mm, folglich $l = 1000{,}58 + 493{,}2$ $= 1493{,}78$ mm, demnach:

$$\text{tang}\, u = \frac{9}{8 \cdot 1493{,}78} \cdot \frac{a}{a - h} \cdot a = \frac{9}{8 \cdot 1493{,}78} \cdot \frac{a}{a + 1{,}34} \cdot a,$$

wo a in englischen Zoll auszudrücken ist.

Ferner ist $p\,F' = 204''.37$, $C\,P' = 95''.50$, $P'\,F' = 107''.53$, $F\,F'' = 2''.1$, und die Länge des Teleskopes beträgt $8''.73$.

Durch Rechnung ergiebt sich hieraus $a = 191$, sodass

$$\text{tang}\, u = \frac{9}{8 \cdot 1493{,}78} \cdot \frac{191}{192{,}34} \cdot a = 0{,}0007479\, a.$$

XVII. Die der beobachteten Schwingungszeit entsprechende einfache Länge des Pendels.

Die angenäherte Länge des einfachen Sekundenpendels für den Ort des Pendelapparates sei 992,87 mm. Wenn dann die beobachtete Schwingungszeit $= t$ Sekunden mittlere Zeit ist, so ist die entsprechende Länge des einfachen Pendels $= 992{,}87\, t^2 + \varepsilon\, t^2$. Wenn wir nun mit Bessel zur Bestimmung der Ausdrücke m, μ', $m\,s$ und $\mu'\,s'$ setzen:

$$M + M' + M'' + \ldots\ldots = m$$
$$\frac{M}{\delta} + \frac{M'}{\delta'} + \frac{M''}{\delta''} + \ldots\ldots = \mu'$$
$$M\,S + M'\,S' + M''\,S'' + \ldots\ldots = m\,s$$
$$\frac{M\,S}{\delta} + \frac{M'\,S'}{\delta'} + \frac{M''\,S''}{\delta''} + \ldots\ldots = \mu'\,s'.$$

Es bedeuten M, M', M'' die Massen der verschiedenen Theile, woraus das Pendel besteht, δ, δ', δ'' die Dichtigkeiten dieser Theile, s, s', s'' die Entfernungen der respektiven Schwerpunkte vom Aufhängepunkte des Pendels, so finden wir, wenn wir die betreffenden Zahlenausdrücke substituiren,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

		1. wenn leichtes Gewicht oben	2. wenn leichtes Gewicht unten	
	m =	83776,7	83776,7	
	μ' =	14012,4	14012,4	
	ms =	49709807,0	34234738,0	
	$\mu' s'$ =	7020201,0	7020201,0	
Entfernung des Schwerpunktes vom Schwingungspunkt	$\frac{ms}{m}$ =	593,4	408,6	
		593,7	408,3	(nach meinen ersten Bestimmungen)
	Differenz:	+ 0,3	— 0,3	

XVIII. Dichtigkeit der Luft.

Die Barometerkorrektion ist gleich + 0,006 engl. Zoll (s. Einleitung); die damit verbesserte Barometerhöhe sei = R. Diese, auf die Temperatur des schmelzenden Eises reducirt, sei = β; dann ist nach Bessel[1]) die Dichte der Luft:

$$\Delta = \frac{1}{770{,}488} \cdot \frac{\beta}{29{,}9218} \cdot \frac{1}{1 + (t - 32)\, 0{,}002083}.$$

Hiernach ist die folgende Tafel berechnet, die mit t zum Argument $\log q$ giebt, sodass $\Delta = \beta q$:

t	$\log q$
50°	5,62128
51°	034
52°	5,61951
53°	868
54°	784
55°	690
56°	606
57°	521
58°	437
59°	352
60°	5,61268

[1]) Untersuchungen über die Länge des einfachen Sekundenpendels, Berlin 1828, S. 39.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XIX. Reduktion auf den leeren Raum.

Die Reduktion auf den leeren Raum wurde nach den Bessel'schen Formeln (obige Abhandlung, S. 34) gerechnet. Ist nämlich Δ die Dichtigkeit der Luft, so wird, wenn wir die Bezeichnung mit Bessel beibehalten, die Reduktion auf den leeren Raum:

$$\varrho = \frac{\frac{MS}{\delta} + \frac{M'S'}{\delta'} + \frac{M''S''}{\delta''} + \ldots}{MS + M'S' + M''S'' + \ldots} \Delta (\lambda t^2 + \varepsilon t^2).$$

Substituiren wir hierein die betreffenden Zahlenwerthe, so wird für unser Pendel:

$\varrho = 0{,}141225\, \Delta (\lambda t^2 + \varepsilon t^2) \ldots$, wenn leichtes Gewicht oben
$\varrho = 0{,}205061\, \Delta (\lambda t^2 + \varepsilon t^2) \ldots$, wenn leichtes Gewicht unten.

Bei der Berechnung von ϱ nimmt man dann $\log q$ aus der auf Seite 509 angegebenen Tafel und berechnet hiermit Δ.

XX. Ableitung des Werthes von ε und der Pendellänge für Melbourne.

1. Schweres Gewicht unten.

Die aus den Koincidenzbeobachtungen abgeleitete Zeit einer Pendelschwingung für unendlich kleine Schwingungsbögen sei $= t$. Die Länge des einfachen Sekundenpendels sei $= a + \varepsilon$, die Länge des einfachen Pendels, welches im leeren Raum die Zeit t zu einer unendlich kleinen Schwingung gebraucht, sei l, so ist:

$$l = a t^2 + \varepsilon t^2 \ldots\ldots \quad (1)$$

Die Massen der verschiedenen Theile, woraus das Pendel besteht, seien M, M', M'' u. s. w. Die Dichtigkeiten dieser Theile δ, δ', δ'' . . . Die Entfernungen vom Aufhängungspunkt des Pendels S, S', S'' . . . Die Dichtigkeit der Luft Δ. Ferner:

$$M + M' + M'' + \ldots\ldots = m$$
$$\left(\frac{M}{\delta} + \frac{M'}{\delta'} + \frac{M''}{\delta''} + \ldots\right)\Delta = m' = \mu' \Delta$$
$$MS + M'S' + M''S'' + \ldots\ldots = ms$$
$$\left(\frac{MS}{\delta} + \frac{M'S'}{\delta'} + \frac{M''S''}{\delta''} + \ldots\right)\Delta = m's' = \mu' \Delta s',$$

so ist auch:

$$l = \frac{\Sigma(MS^2) + m'K}{ms - m's'} \ldots\ldots \quad (2)$$

Die Entfernung der beiden Schneiden von einander, die durch Messung bestimmt ist, sei $= \sigma$; die Entfernung des Schwingungspunktes vom Aufhängungspunkte sei $= \sigma + \xi$, so ist:

$$\sigma + \xi = \frac{\Sigma(MS^2)}{ms}.$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wird der hieraus folgende Werth in (2) gesetzt, so erhält man:

$$l = \frac{m\,s\,(\sigma+\xi)+m'\,K}{m\,s-m'\,s'} = \frac{\sigma+\xi+\frac{\mu'\,\Delta}{m\,s}K}{1-\frac{\mu'\,s'}{m\,s}\Delta} = a\,t^2+\varepsilon\,t^2,$$

oder wenn man das Produkt $\Delta\,\varepsilon$ vernachlässigt:

$$a\,t^2 - a\,t^2\frac{\mu'\,s'}{m\,s}\Delta + t^2\,\varepsilon - \sigma - \xi - \frac{\mu'}{m\,s}\Delta\,K = 0.$$

$a\,t^2\frac{\mu'\,s'}{m\,s}\Delta$ ist die Reduktion der Pendellänge auf den leeren Raum; wird diese mit ϱ bezeichnet, so kommt:

$$a\,t^2+\varepsilon\,t^2-\varrho-\sigma-\xi-\frac{\mu'}{m\,s}\Delta\,K = 0. \qquad (3)$$

2. Wenn schweres Gewicht oben, sei

t_1 die aus den Koincidenzbeobachtungen abgeleitete Zeit einer Pendelschwingung für unendlich kleine Bogen,

l_1 die dieser Zeit entsprechende Länge des einfachen Pendels,

ϱ_1 die Reduktion auf den leeren Raum,

Δ_1 die Dichte der Luft.

Ferner sei:

$$M\,(\sigma-S)+M'\,(\sigma-S')+M''\,(\sigma-S'')+\ldots = m\,\sigma - m\,s = m\,s',$$

sodass also:

$$s' = \sigma - s$$

und:

$$\frac{M\,(\sigma-S)}{\delta}+\frac{M'\,(\sigma-S')}{\delta'}+\frac{M''\,(\sigma-S'')}{\delta''}+\ldots = \mu'\,\sigma-\mu'\,s$$
$$= \mu'\,(\sigma-s') = \mu'\,s_1',$$

sodass:

$$s_1' = \sigma - s'$$

dann:

$$\varrho_1 = a\,t_1^2\frac{\mu'\,s_1'}{m\,s_1}\Delta'.$$

Die Entfernung des Schwingungspunktes vom Aufhängepunkt sei $\sigma+\xi$.

Um alsdann die Relation zwischen ξ und ξ_1 zu bestimmen, hat man die beiden Gleichungen:

$$\sigma+\xi = \frac{\Sigma\,(M\,S^2)}{\Sigma\,(M\,S)}$$

$$\sigma+\xi_1 = \frac{\Sigma\,[M\,(\sigma-S)^2]}{\Sigma\,[M\,(\sigma-S)]}.$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Eliminirt man aus diesen Gleichungen $\Sigma(M S^2)$, so erhält man[1]):

$$\sigma + \xi_1 = \sigma + \frac{m s}{m s_1}; \qquad \xi_1 = \frac{m s}{m s_1} \xi.$$

Bildet man also die (3) entsprechende Gleichung und setzt diesen Ausdruck in dieselbe ein, so kommt:

$$a t_1^2 - \varrho_1 + t_1^2 \varepsilon - \sigma - \frac{m s}{m s_1} \xi - \frac{\mu'}{m s'} \Delta_1 K = 0 \ldots\ldots \quad (4)$$

Wird sodann (3) mit s_1 und (2) mit s' multiplicirt, so ergiebt sich:

$$(a t^2 - \sigma) s - \varrho \cdot s + t^2 s \cdot \varepsilon - s \cdot \xi - \frac{\mu'}{m} \Delta K = 0 \ldots\ldots \quad (5)$$

$$(a t_1^2 - \sigma_1)(\sigma - s) - \varrho_1 (\sigma - s) + t_1^2 (\sigma - s) \varepsilon - \sigma \xi - \frac{\mu'}{m} \Delta_1 K = 0 \ldots\ldots \quad (6)$$

oder:

$$[a t^2 + t^2 \varepsilon - \varrho - \sigma] s - s \xi - \frac{\mu'}{m} \Delta K = 0 \ldots\ldots \quad (7)$$

$$[a t_1^2 + t_1^2 \varepsilon - \varrho_1 - \sigma_1] (\sigma - s) - s \xi - \frac{\mu'}{m} \Delta' K = 0 \ldots\ldots \quad (8)$$

Für s, $(\sigma - s)$, $\frac{\mu'}{m}$ die Zahlenwerthe substituirt, erhält man:

Wenn leichtes Gewicht oben:

$$[a t^2 + t^2 \varepsilon - \varrho - \sigma] 593{,}4 - 593{,}4 \xi - 0{,}16726 \Delta \cdot K = 0 \ldots\ldots \quad (9)$$

Wenn leichtes Gewicht unten:

$$[a t_1^2 + t_1^2 \varepsilon - \varrho_1 - \sigma_1] 408{,}6 - 593{,}4 \xi - 0{,}16726 \Delta' \cdot K = 0 \ldots\ldots \quad (10)$$

Indem man nun in diese Gleichungen die Werthe von:

$$a t^2 + t^2 \varepsilon, \ \varrho, \ \sigma$$
$$a t_1^2 + t_1^2 \varepsilon, \ \varrho_1, \ \sigma_1$$

setzte, wurden die auf nächster Seite folgenden Gleichungen erhalten; zunächst seien jedoch die folgenden Bezeichnungen zum vollen Verständniss noch rekapitulirt, es bedeuten:

$a + \varepsilon$ = die Länge des einfachen Sekundenpendels,
l = $a t^2 + \varepsilon t^2$,
K = ein genäherter Werth für $p t$,
p = das arithmetische Mittel aus der Zahl der Schwingungen,
t = die Dauer einer Schwingung für einen unendlich kleinen Schwingungsbogen,
σ = Entfernung der beiden Schneiden, die durch Messung bekannt ist,
$\sigma + \xi$ = Entfernung des Schwingungspunktes vom Aufhängungspunkt,
l = die Länge des einfachen Pendels, welches im leeren Raume die Zeit t zu einer unendlich kleinen Schwingung gebraucht,
ϱ = Reduktion auf leeren Raum,
Δ = Dichtigkeit der Luft.

Die Gleichungen für „leichtes Gewicht oben“ und „leichtes Gewicht unten“ sind bereits oben gegeben.

[1]) Der Einfachheit wegen fällt die Entwickelung weg.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XXI. Tabellarische Zusammenstellung der Elemente der Berechnung für die einzelnen Beobachtungsreihen und Lagen des Pendels.

A I oben und aussen.

	$a\,t^2$	$t^2\,\varepsilon$	$593{,}4\,\xi$	$0{,}16726\,\Delta\,K$
July 23	613,4586	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Aug. 18	601,4114	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Sept. 6	596,8413	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 10	570,6738	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 20	589,0686	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 7	581,9475	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 11	570,1389	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 14	573,5813	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für a	587,1402	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

A II oben und aussen.

	$a\,t^2$	$t^2\,\varepsilon$	$593{,}4\,\xi$	$0{,}16726\,\Delta\,K$
Aug. 29	603,1329	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Sept. 2	597,2586	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 4	624,8500	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 15	578,9800	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 25	588,2975	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 30	570,7925	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 9	600,1075	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 15	590,9086	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für b	594,2910	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

A I oben und innen.

Sept. 9	559.5175	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0.0002 K = 0
„ 11	589,7214	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 21	546,8188	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 7	585,5086	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 11	560,8240	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 14	571,3850	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für c	568,9629	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

A II oben und innen

Sept. 16	576,7263	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 26	611,2614	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 1	579,5157	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 9	596,5457	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 15	581,8300	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für d	589,1758	+ 598,8600 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

B I oben und aussen.

Aug. 30	603,2157	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Sept. 5	583,0714	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 18	596,9214	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 27	572,5700	+ 412.5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 4	573,3475	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 10	576,7800	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 16	586,7086	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für a'	584,6592	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

B II oben und aussen.

Aug. 22	592,0200	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Sept. 7	584,6650	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 13	613,5943	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 22	554,1025	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 8	576,0037	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 12	572,7750	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 13	576,4514	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für b'	581,3731	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

B I oben und innen.

Sept. 1	606,4429	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 19	556,1863	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 26	588,0971	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 6	578,0057	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 10	584,3375	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0.0002 K = 0
„ 16	594.8400	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für c'	584,6516	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

B II oben und innen

Sept. 8	580,2513	+ 412.5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 14	589,7729	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 23	598,2714	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Okt. 8	572,6113	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 12	570,8538	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
„ 13	569,3425	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0
Mittel für d'	580,1829	+ 412,5218 ε	— 593,4 ξ	— 0,0002 K = 0

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XXII. Die Schluss-Gleichungen.

Wenn man aus der vorstehenden Uebersicht über die ausgeführten Koincidenzbeobachtungen eine Zusammenstellung derjenigen Gleichungen giebt, die man erhält durch Substituirung der aus den Beobachtungen sich ergebenden Werthe von t, t_1 etc. in die Gleichung (6) und (7), welche zur Bestimmung der Korrektionen ε und ξ dienen, so erhält man, als Mittelwerthe aus den einzelnen Gruppen der Zusammenstellung:

a) durch 8 Versuche, wo A I oben und aussen:

$$587{,}1402 + 598{,}8600\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

b) durch 8 Versuche, wo A II oben und aussen:

$$594{,}2910 + 598{,}8600\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

c) durch 6 Versuche, wo A I oben und innen:

$$568{,}9629 + 598{,}8600\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

d) durch 5 Versuche, wo A II oben und innen:

$$589{,}1758 + 598{,}8600\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

Mittel: $584{,}8925 + 598{,}8600\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$

Ferner:

a′) durch 7 Versuche, wo B I oben und aussen:

$$584{,}6592 + 412{,}5218\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

b′) durch 7 Versuche, wo B II oben und aussen:

$$581{,}3731 + 412{,}5218\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

c′) durch 6 Versuche, wo B I oben und innen:

$$584{,}6516 + 412{,}5218\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

d′) durch 5 Versuche, wo B II oben und innen:

$$580{,}1829 + 412{,}5218\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$

Mittel: $582{,}7167 + 412{,}5218\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0.$

Die beiden Gleichungen sind daher:

$$584{,}8925 + 598{,}8600\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0$$
$$582{,}7167 + 412{,}5218\,\varepsilon - 593{,}4\,\xi - 0{,}0002\,K = 0.$$

Lösen wir diese beiden Gleichungen auf, so erhalten wir für:

$$\varepsilon = -0{,}01167 \text{ mm}$$
$$\xi = 0{,}97388 - 0{,}0000003\,K.$$

Danach ergiebt sich die aus den Beobachtungen hervorgehende Länge des einfachen Sekundenpendels für Melbourne zu:

$$= a + \varepsilon = 992{,}87 - 0{,}01167 = 992{,}8583 \text{ mm}.$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XXIII. Die verschiedenen Vergleichungen des Maassstabes (von I—VII).

Der auf der vorhergehenden Seite gegebene Werth bezieht sich auf die Maassvergleichung, die im Jahre 1864 in Melbourne durch Herrn Ellery ausgeführt worden ist und wurde nicht auf das Meeresniveau reducirt. Diese Vergleichung hatte den folgenden Wortlaut:

I. Comparison of „Brass Bar“ of Professor Neumayer with the Standard Yard of Great Britain, obtained from the ordonnance Iron Standard Bar No. 4.

Stand^{d} Yard contains 914,384 Millimetres at 62° Fahr.
„ „ „ 914,004 Millimetres of Brass Bar at 58°
Difference — 0,380.

$$\frac{-0{,}38 \times 1000}{914} = -0{,}4157 \text{ — Error on metre.}$$

Coefficient of Expansion for 1° Fahr. Iron = 0,00000637
„ „ „ „ „ Brass = 0,00001048
Difference = 0,00000411
$62^{0} - 58^{0} = 4$ = 4
0,00001644
1000
+ 0,016440000.

1000 millimetres at 58° = m — 0,4157
1000 „ „ 62° = m — 0,3993.

Correction of Brass Metre: at 58° Fahr. = — 0,416 metres
at 62° Fahr. = — 0,399 metres.

Rob. J. Ellery, Astronomer and Superintendent, Geodetic Survey. Mai, 20. 1864.

Eine kritische Prüfung des mit der vorstehenden Maassvergleichung erhaltenen Werthes liess es wünschenswerth erscheinen, die letzteren nach der Rückkehr nach Europa zu wiederholen, und zwar um so mehr, als durch die Einrichtung des internationalen Bureaus für Vergleichung von Maass und Gewicht in Breteul und in Deutschland der Normal-Aichungs-Kommission in Berlin die Hoffnung gegeben schien, einen allgemein gültigen Werth für die Länge des bei den Pendelbeobachtungen benützten Maassstabes erhalten zu können.

Es mögen hier der Reihe nach die authentischen Dokumente für die Maassvergleichung folgen:

II. Die Vergleichung bei der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin im August des Jahres 1869 wurde durch den Vorstand, Geheimrath Förster ausgeführt; es ergab dieselbe, mit dem Haupt-Normal-Meter Nr. 1605 ausgeführt, dessen Gleichung damals zu 1 m $-33^{\mu} + 17{,}7^{\mu} \cdot t$ (Celsius) angenommen wurde, folgenden Werth:

bei + 19,3° Cels.: P.L. = 1 m + 541$^{\mu}$ } P.L. bedeutet durchweg Maassstab
bei + 27,0° Cels.: P.L. = 1 m + 681$^{\mu}$ } des Pendels Lohmeier.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

III. Die Vergleichung bei der Normal-Aichungs-Kommission in Berlin wurde noch vom December 1869 bis Januar 1870 fortgeführt und ergab, wenn wir die unter II. gegebene Gleichung für Nr. 1605 in mm ausdrücken:

P.L. $=$ 1 m $+$ 0,212 mm $+$ 17,7$^{\mu} \cdot t$; da die einzelnen Vergleichungen ergaben:

P.L. — 1605 $=$ $+$ 0,243 mm bei $+$ 8,5^0 Cels. (am 29. Januar 1870)
P.L. — 1605 $=$ $+$ 0,248 mm bei $+$ 11,2^0 Cels. (am 8. December 1869)
P.L. — 1605 $=$ $+$ 0,246 mm bei $+$ 16,3^0 Cels. (am 26. Januar 1870)
P.L. — 1605 $=$ $+$ 0,245 mm bei $+$ 18,5^0 Cels. (am 26. Januar 1870).

Die Differenz beider Stäbe ist sonach bei den verschiedenen Temperaturen nahezu dieselbe, sodass ihre Ausdehnungskoefficienten als gleich angenommen wurden zu 17,7 μ.

IV. Die Vergleichung von A. W. Chisholm, Standard Office, Westminster wurde im Mai 1870 ausgeführt und lautet das Ergebniss im Original:

7th. Old Palace Yard, Westminster; May 6th. 1870.

Sir, No time has been lost in complying with your request to compare your metre with our Standard Metre.

It should be observed there is no legal Standard metre in this department. The Standard Bar upon which our Scientifique Standard metre is laid down (designated as *SS*) is of Baily's metal. 1 inch square like our Standard yard, and the measure of a metre, with its various subdivisions, is marked with very fine lines upon gold studs. The coefficient of expansion of this bar has not been itself determined, but it is assumed to be the same as other similar bars of this metal, namely 0,00000947 for 1^0 Fahrenheit.

The length of the metre on *SS* was laid down from that of the Royal Society (R.S.L.M.). Line Standard metre of platinum, constructed in pursuance of a Resolution of the House of Commons in 1818, and found by M. Arago to be less than the primary Standard metre „des Archives“ by 17,59 thousandth's of a millimetre, or 0,01759 mm.

At the temperature of melting ice, it has been determined that

SS = R.S.L.M. . . . . $+$ 0,02083 mm
$\therefore$ SS = mètre des Archives $+$ 0,00324 mm.

Your Standard Metre (N) has been compared with *SS* by means of our microscopical apparatus, the mean of 12 readings on each of the successive days been taken,

		Fahr.		
1870. May 5	— mean —	54,5^0	$N = SS + 0{,}18302$ mm	(*SS* next observer)
„ „ 6	„	54^0	$N = SS + 0{,}18394$ mm	(N next observer)
	mean:		$N = SS + 0{,}18348$ mm	
	and as:		$SS = + 0{,}00324$ mm	
			$N = + 0{,}18672$ mm.	

No reduction to 32^0 has been made, the coefficient of expansion of your bronce bar being assumed to be similar to that of Baily's metal. It would follow that your Standard Metre is in excess of the „Mètre des Archives“ 0,18672 mm at the temperature of the melting ice.

I am your obedient servant
A. W. Chisholm.
Warden of the Standard.

To Prof. Dr. Neumayer.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

V. Eine weitere Vergleichung wurde im Jahre 1872 im Normal-Aichungs-Amt ausgeführt und zwar von Dr. Baumann; darüber liegt folgendes Certifikat vor:

Beifolgend beehrt sich die Kommission, Ihnen den zur Vergleichung übersandten Meter-Maassstab (Strichmaass von Lohmeier) wieder zu übersenden mit dem ergebensten Bemerken, dass sowohl eine neue Vergleichung der Gesammtlänge des Maasses als eine nochmalige Untersuchung einzelner Millimeter-Intervalle in Folge des uns ausgesprochenen Wunsches stattgefunden hat.

Das Strichmaass von Lohmeier ist von uns mit einem Normal-Strichmaass No. 1605 verglichen worden.

Die Gesammtheit der in gewisse Gruppen zusammengezogenen Vergleichungsresultate beider Maasse sind, inclusive des bei 6,6° Celsius letztgewonnenen, ausgedrückt in Tausendtheilen des Millimeters folgende:

	1605 — L. (d. h. P.L.)	
bei	6,6°	— 244
bei	9,7°	— 246
bei	16,3°	— 246
bei	18.5°	— 245 ..... hiernach ist etwa anzunehmen
bei	0°	— 245.

Für die Länge des Normals 1605 ist früher die Formel angenommen worden:

$$\text{Meter} - 1605 = + 33 - 17{,}7 \times t \text{ (Celsius)},$$

wonach sich für Lohmeier die Formel ergeben wird:

$$\text{Meter} - \text{Lohmeier} = - 212 - 17{,}7 \times t \text{ (Celsius)}.$$

Neuerdings ist die Korrektion des Normals 1605 gegen das Mètre des archives durch eine Reihe anderweitiger Untersuchungen etwas in Frage gestellt worden, und es ist wahrscheinlich gemacht worden, dass Meter—1605 statt + 33 nahezu + 40 Tausendtheile des Millimeter betragen wird; doch dürfte es zunächst noch rathsam sein, an der früheren Annahme festzuhalten.

Von Millimeter-Intervallen sind folgende untersucht worden. Die Werthe derselben können angenommen werden:

0—1	zu gross	um	34	Tausendtheile	des Millimeter
100—101	„	„	9	„	„
160—161	„	„	7	„	„
1000—1001	„	„	20	„	„

Zu diesen Messungen ist jedoch zu bemerken, wie auch die Vergleichung mit früheren ähnlichen Messungen, welche bereits Herrn Dr. Peters mitgetheilt worden sind, zeigt, dass die Bestimmung der Millimeter-Intervalle ebenso wie die Bestimmung der Gesammtlänge etwas unsicher bleibt, weil es an einer genügenden Festlegung desjenigen Punktes jedes Maassstriches fehlt, welcher eigentlich maassgebend sein soll, und welcher sonst in der Regel durch 1 oder 2 Längenlinien und deren Durchschnitt mit jedem Striche fixirt zu werden pflegt.

Berlin, den 8. März 1872. Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission.

An Herrn Dr. Neumayer. gez. Foerster.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Drücken wir die Formel in der in dieser Abhandlung üblichen Weise aus, so haben wir:

$$\text{P.L.} - 1605 = + 0{,}244 \text{ mm bei } + 6{,}6^0 \text{ Cels. (am 5. März 1872),}$$

oder unter Annahme gleicher Ausdehnungskoefficienten beider Stäbe:

$$\text{P.L.} = 1 \text{ m} + 0{,}211 \text{ mm} + 17{,}7^{\mu} \times t \text{ (Cels.).}$$

VI. Die Vergleichung des Maassstabes bei der Normal-Aichungs-Kommission in Berlin vom Jahre 1880, ausgeführt durch Pensky und J. Baumann, ergab folgendes Resultat:

Es wurden diese Messungen wieder mit dem Hauptnormal 1605 ausgeführt. Die Ablesungen an P.L. bezogen sich auf die Mitte der beiden Striche 0 und 100 centimeter. Als Gleichung von 1605 wurde damals angenommen:

$$1605 = 1 \text{ m} - 60{,}13\,\mu + 18{,}25\,\mu \times t \text{ (Cels.).}$$

Es wurden gefunden:

(Gewicht 2) $\text{P.L.} - 1605 = + 229{,}32$ bei $+ 12{,}14^0$ Cels. (3. Mai 1880)
(Gewicht 1) $\text{P.L.} - 1605 = + 230{,}80$ bei $+ 12{,}32^0$ Cels. (12. Mai 1880)
(Gewicht 2) $\text{P.L.} - 1605 = + 232{,}22$ bei $+ 25{,}82^0$ Cels. (4. Mai 1880).

Daraus folgt die Ausdehnung von P.L. zu 18,426 und:

$$\text{P.L.} - 1605 = + 227{,}8\,\mu \text{ bei } 0^0 \text{ Cels.}$$

oder:

$$\text{P.L.} = 1 \text{ m} + 167{,}7\,\mu + 18{,}426 \times t \text{ (Cels.).}$$

Da noch immer eine völlige Uebereinstimmung der verschiedenen Vergleichungen nicht zu erzielen war, so erschien es mir gegen Ende des Jahres 1895 rathsam, noch einmal eine Vergleichung im Normal-Aichungs-Amt vornehmen zu lassen, und brachte ich demgemäss den Maassstab (P.L.) nochmals zu dieser Kaiserlichen Behörde, wo denn auch durch Herrn Dr. H. Stadthagen die letzte, die siebente Vergleichung ausgeführt worden ist. Von dem damaligen Vorsitzenden des Normal-Aichungsamtes, Herrn Geh. Oberregierungsrath Hopf, liegt mir vom 18. September 1896 ein eingehender Bericht über das Ergebniss dieser Untersuchung vor, von dessen Wiedergabe in extenso hier abgesehen werden mag; vielmehr kann ein Auszug aus diesem Berichte hier genügen.

VII. Vergleichung bei der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin vom Jahre 1896.

Diese Vergleichung wurde mit dem schon mehrfach erwähnten H.N. 1605 und mit der Bronze-Kopie des Urmaasses B_s bei je 4 Temperaturen in der Nähe von 10^0, 16^0, 23^0 und 30^0 ausgeführt. Die angenommenen Gleichungen der beiden Normalmaassstäbe waren:

$$\text{H.N. } 1605 = 1 \text{ m} - 56{,}9\ \mu + 18{,}71\ \mu \cdot T + 0{,}0042\ \mu \cdot T^2$$

und:

$$B_s = 1 \text{ m} + 13{,}81\,\mu + 17{,}139\,\mu \cdot T + 0{,}00716\,\mu \cdot T^2,$$

wo T die Temperatur in Graden der Internationalen hunderttheiligen Wasserstoffskale bedeutet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Resultate waren folgende:

P.L. — 1605	= + 235,2 μ	bei + 30,85° T	am 5. März	1896
„ „	= + 230,6 μ	„ + 16,32° T	„ 12. „	„
„ „	= + 225,9 μ	„ + 9,99° T	„ 2. April	„
„ „	= + 236,7 μ	„ + 23,29° T	„ 13. Mai	„
P.L. — B_s	= + 204,7 μ	„ + 30,11° T	„ 5. März	„
„ „	= + 183,0 μ	„ + 16,55° T	„ 11. „	„
„ „	= + 167,3 μ	„ + 9,16° T	„ 2. April	„
„ „	= + 195,6 μ	„ + 23,28° T	„ 13. Mai	„

Durch Ausgleichung dieser Zahlen hat sich als endgültige Formel ergeben:

$$\text{(Pendel Lohmeier) P.L.} = 1\,\text{m} + 549{,}7\,\mu + 19{,}30\,\mu \times (T - 20).$$

Der wahrscheinliche Fehler der Länge von P.L. bei mittleren Temperaturen ergab sich zu ± 2 bis $3\,\mu$, während die Maximalabweichung der beiden Vergleichsreihen mit 1605 und B_s im Maximum $5\,\mu$ betrugen. Dies Resultat ist bei dem vorliegenden Pendelmaassstabe aus verschiedenen Gründen, von denen später noch die Rede sein wird, als ein völlig befriedigendes anzusehen.

Es schien mir, nachdem die Resultate der letzten Vergleichung bekannt gegeben waren, erforderlich, eine zusammenfassende Diskussion über alle Vergleichungen, gewissermaassen den Abschluss dieser sich durch eine lange Reihe von Jahren hinziehenden Untersuchungen bilden zu lassen. Ich betraute damit Herrn Dr. Hans Stadthagen, der die letzte Vergleichung, wie oben erwähnt, durchgeführt hat, und erscheint es mir wichtig, dass der mir von dem genannten Gelehrten im Monat Mai 1897 eingereichte Bericht in extenso hier eine Stelle findet.

XXIV. Bericht des Herrn Dr. Stadthagen über das Resultat einer Diskussion sämmtlicher Maassstabvergleichungen, welche auf das P.L. eine Beziehung haben.

Um eine Uebersicht über die verschiedenen Ergebnisse der Vergleichungen in ihrem gegenseitigen Verhältniss zu gewinnen wollen wir alle 7 Vergleichungen auf ein- und dieselbe Temperatur, und zwar auf die mittlere Temperatur der Melbourner Pendelbeobachtungen: 58° Fahrenheit, reduciren. Dabei sollen die älteren Berliner Beobachtungen auf den neuesten Werth für das Haupt-Normalmeter Nr. 1605:

$$\text{Nr. 1605} = 1\,\text{m} - 56{,}9\,\mu + 18{,}71\,\mu \cdot T + 0{,}0042\,\mu \cdot T^2,$$

wo T die Temperatur in Graden der internationalen Temperaturskala bedeutet, umgerechnet werden. Von der Berücksichtigung des Unterschiedes der verschiedenen hunderttheiligen Skalen wurde aber Abstand genommen, da die entsprechenden Aenderungen von höchstens $1^1/_2\,\mu$ gegenüber den Differenzen der 7 Gruppen untereinander nicht in Betracht kommen. Es wurde einfach die Relation:

$$x^0\,\text{Fahr.} = (x - 32)^0\,\frac{5}{9}\,\text{C.}$$

angenommen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

So ergaben sich folgende Werthe:

		Länge von Stab P.L. bei + 58° Fahrh.
1.	Ellery. 1864.	1 m + 391 μ
2.	Förster. 1869.	+ 447 μ
3.	Förster. 1869/70.	+ 459 μ
4.	Chisholm. 1870.	+ 437 μ
5.	J. Baumann. 1872.	+ 458 μ
6.	Pensky und J. Baumann. 1880.	+ 437 μ
7.	Stadthagen. 1896.	+ 442 μ

Man sieht sofort, dass der Werth von Ellery ganz herausfällt. Da aber kein Grund ersichtlich ist, der eine so erhebliche Verlängerung des Stabes vom Jahre 1864 auf später von über 0,05 mm verursacht haben könnte, andererseits aber die Angaben Ellery's nicht unmittelbar klar sind, so dürfte wohl dieser Werth zunächst zu vernachlässigen sein.

Will man aber die 6 andern Werthe mitteln, so ist zu bedenken, dass der Werth 5 von Baumann vom Jahre 1872 nur eine einzelne Kontrolbeobachtung für die Ergebnisse der Reihe 3 von Foerster vom Jahre 1869/70 hatte sein sollen, während die übrigen Gruppen 2, 3, 4, 6 und 7 immer aus mehreren Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen sich zusammensetzten. Vereinigt man also 3. und 5. und giebt dem Mittel + 459 μ dasselbe Gewicht wie den Reihen 2., 4., 6. und 7., so ergeben sich folgende Einzelwerthe, Mittelwerthe und Abweichungen vom Mittel:

Gruppe:	Länge von Stab P.L. bei + 58° Fahrh.	Abweichungen vom Mittel
2.	1 m + 447 μ	+ 2,6
3. u. 5.	+ 459 μ	+ 14,6
4.	+ 437 μ	— 7,4
6.	+ 437 μ	— 7,4
7.	+ 442 μ	— 2,4
	Mittel: 1 m + 444,4 μ	± 6,8 μ.

Mit Rücksicht auf den grossen mittleren Fehler ist eine Angabe der Länge des Pendelmaassstabes auf mehr als halbe hundertstel Millimeter nicht angezeigt, sodass zunächst als Endergebniss der obigen Messungsreihen anzunehmen ist:

$$\text{P.L.} = 1\text{ m} + 0{,}445\text{ mm bei } + 58^\circ \text{ Fahr.}$$

Es erhebt sich nun aber die Frage, ob nicht einer der Werthe im allgemeinen oder im besonderen für die gesuchte Pendelmaassstablänge im Jahre 1864 vorzuziehen ist; ferner welche Korrektionen eventuell noch für diesen Fall anzubringen sind.

Von Wichtigkeit ist aber zunächst die Frage nach den Ursachen der doch recht erheblichen Abweichungen der Gruppenergebnisse.

Nur zum kleinsten Theil dürften sie in den allgemeinen Unvollkommenheiten der angewandten Messungsmethoden zu suchen sein, da die Unsicherheit der Bestimmung der Meterlänge besserer Stäbe erfahrungsmässig etwa nur 1 bis 2 μ betragen dürfte. Die Un-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sicherheit der Gleichungen der benutzten Normale, beziehungsweise die mögliche Veränderung vom Hauptnormal Nr. 1605, für das ja oben für den ganzen Zeitraum dieselbe Gleichung angenommen war, mit der Zeit wird auch kaum mehr als etwa 2^{μ} betragen. Eine sehr bedeutende Unsicherheit liegt aber in den besonderen Mängeln des Pendelmaasstabes selbst.

Erstens sind die Striche (direkt auf Bronze gezogen) sehr schlecht begrenzt, sodass ihre Schärfe nur für eine ungefähr zehnfache Vergrösserung ausreicht. Vor Allem fehlt aber die Fixirung der Messstelle durch eine oder zwei Längslinien, wodurch erst die Messung an gleichen Stellen seitens der verschiedenen Beobachter, also die volle Vergleichbarkeit der Resultate gewährleistet worden wäre, im Falle die Striche nicht überall gleich scharf begrenzt, gleich dick und untereinander ganz parallel sind. Ferner zeigt der Stab eine Krümmung mit einer Pfeilhöhe von etwa 0,5 mm in dem Sinne, dass die Theilfläche konvex ist. Da der Stab nicht in der neutralen Schicht, sondern an der Oberfläche getheilt ist, so ist natürlich die Art der Unterlage, der Auflagerung oder der Befestigung mit Schrauben von ganz erheblicher Wirkung. Nimmt man z. B. an, dass die erwähnte Krümmung stetig die Theilfläche und Unterfläche also cylinderförmig ist, so beträgt die Verkürzung bei Auflagerung auf einen ebenen Tisch, wenn sich der Stab durch sein Eigengewicht dieser Ebene völlig anschliessen würde, 0,02 mm.

Wie die Verhältnisse nach dieser Richtung hin bei den verschiedenen Gleichungen gelegen haben, lässt sich natürlich nicht feststellen, vielweniger aber noch, wie weit sie dem Zustande beim Gebrauche des Maassstabes bei den Melbourner Pendelmessungen entsprochen haben, wo der Stab mittelst zweier Schrauben, die in 2 Löchern in seiner Unter- bezw. Hinterfläche eingreifen, an ein Gestell eingeschraubt war.[1]) . . . . .

Was die äusseren Verhältnisse anlangt, in denen der Stab sich befand, vornehmlich die Temperaturverhältnisse, die ja unter Umständen auch erhebliche thermische Nachwirkungen hervorrufen können, so waren dieselben bei dem Gebrauch des Stabes 1863 und 1864 und bei der letzten Messung nahezu die gleichen. Der Stab war nämlich vor den Melbourner Pendelbeobachtungen auf der Seereise wochenlang einer Temperatur von rund 25° Celsius mit Schwankungen von etwa 10° ausgesetzt gewesen.[2]) Unter ganz entsprechenden Temperaturverhältnissen hat der Pendelmaassstab vor den Messungen im Jahre 1896 im Komparatorsaal der Normal-Aichungs-Kommission gelegen. Der Werth vom Jahre 1896 weicht aber nur so wenig vom oben abgeleiteten Werthe ab:

1896 P.L. — 1 m = + 0,442 (Mittelwerth: P.L. — 1 m = + 0,444 ein Unterschied von 2 μ)

sodass auf ein halb hundertstel mm abgerundet wohl am besten dieser Werth als Endergebniss anzusehen ist.

Den Pendelbeobachtungen ist also der Werth:

$$\text{P.L.} = 1000{,}445 \text{ bei } 58^{0} \text{ Fahr.}$$

zu Grunde zu legen.

---

[1]) Diese Annahme des Berichterstatters ist eine irrige, da die beiden erwähnten Löcher nach den Erklärungen von Peters (in den Astronomischen Nachrichten) erst nachträglich angebracht wurden und mit den Messungen in Melhourne gar nichts zu thun hatten. S. die betreffenden Ausführungen dieses Aufsatzes.

[2]) Doch wohl eine etwas willkürliche Annahme.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XXV. Die an die Pendellänge, wie sie ursprünglich abgeleitet worden war, anzubringende Korrektion ist also:

$$+\frac{0{,}054 \cdot 992{,}8583}{1000} = +0{,}0536.$$

Es wird demnach die reducierte Länge des einfachen Sekunden-Pendels in Melbourne:

$$\lambda = \mathbf{992{,}912\ mm.}$$

Gezeichnet: Dr. Hans Stadthagen. Mai 1897.

Obgleich nun dieser letzte Werth viel befriedigender als der vorher gegebene war, konnte ich mich doch nicht dabei beruhigen, dass die Melbourner Vergleichung bei der Ableitung des angeführten Werthes, wegen ihrer allzugrossen Abweichung von dem Mittel, ganz ausser Acht gelassen werden musste. Es war mir diess um so weniger befriedigend, als diese Vergleichung von der im Jahre 1870 von Chisholm ausgeführten nicht unwesentlich differierte.

XXVI. Ersuchen um ein Gutachten seitens des Herrn Geheimrath Helmert.

In diesem Dilemma wandte ich mich im Frühjahr des Jahres 1899 an meinen verehrten Freund, Herrn Geh. Regierungsrath Dr. Helmert, mit der Bitte, das vorliegende Material gütigst einer Durchsicht zu unterwerfen und mir sein Urtheil so bald als möglich darüber zukommen zu lassen.

Nach einigen Rücksprachen und Korrespondenzen ging mir unter dem 20. März 1899 folgende Mittheilung von Dr. Helmert zu.

„. . . . . Eben finde ich, dass in der Diskussion der älteren Maassstabvergleichungen, welche die Normal-Aichungs-Kommission giebt, infolge eines Berichtes vom 18. September 1896, eine Lücke ist. Ellery setzt nämlich 1 yard = 0,914384 m. Dies ist natürlich die alte Annahme, ehe Clarke seine berühmten Comparisons[1]) gemacht hatte. Nach diesen wird 1 yard um 8 μ grösser (t' = 0,30479727). Ausserdem verlangt aber der Uebergang zum internationalen Meter eine weitere Vergrösserung etwa um 12 μ, macht zusammen 20 μ pro 1 yard und 22 μ pro 1 m (Vgl. z. B. „Die europäische Längengradmessung in 52° Breite“, 1. Heft, Seite 231 bis 240).

Hiermit aber gelangt man also dazu, dass nach Ellery 1864 Maassstab = 1 m + 0,438 mm bei 52° Fahr. war, während die neueste Gleichung Maassstab = 1 m + 0,443 m giebt, so dass der Stab um 5 μ zu kurz erscheint, genau in Uebereinstimmung mit Chisholm 1870.“

---

[1]) Comparisons of the Standards of Lengths of England, France, Belgium, Prussia, Russia, India, Australia made at the ordonnance Survey Office, by Captain A. W. Clarke. F. R. S. under the direction of Colonel Sir Henry James. R. E., F. R. S. Vol. I. London 1866.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

XXVII. Das End-Ergebniss.

Ich habe an einer andern Stelle[1]) auf diese Mittheilung Helmert's und deren Folgen hingewiesen und gezeigt, wie sich die Hereinbeziehung des korrecten Werthes für Melbourne auf die Ableitung eines endlichen Mittelwerthes aus allen Vergleichungen äussert. Es ist nämlich:

Gruppe	Länge vom Stab P.L. bei $+ 58^0$ Fahr.
1.	1 m $+ 438\ \mu$
2.	$+ 447\ \mu$
3. und 5.	$+ 459\ \mu$
4.	$+ 437\ \mu$
6.	$+ 437\ \mu$
7.	$+ 442\ \mu$
	Mittel: $+ 443{,}3\ \mu$

Zieht man dagegen ohne Rücksicht auf die obige Gruppeneintheilung aus sämmtlichen Vergleichungen einen Mittelwerth, so ergibt sich: $+ 445\ \mu$, welcher Werth den Pendelbeobachtungen zu Grunde gelegt wird.

Es lässt sich nicht verkennen, dass noch immer eine gewisse, in sehr engen Grenzen sich bewegende Unsicherheit übrig bleibt, namentlich da das Gleiten der Messerschneiden auf den Achat-Blättchen gegenwärtig noch nicht berücksichtigt werden kann und auch die Biegung des Pendels selbst in seinem Einfluss auf das Endresultat nicht ermittelt ist.

Da die Amplituden der Schwingungen für eine jede der Koinzidenzen bestimmt und reduzirt ist, so wird es vielleicht später noch einmal möglich sein, die an das Resultat anzubringende Korrektion, welche positiv ist (d. h. das Gleiten verursacht, dass der erhaltene Werth zu klein wird), zu ermitteln und in Rechnung zu bringen. Bis auf weiteres nehmen wir den Werth für Montpellier-Terrace

$$\text{für } \lambda = 0{,}9929020 \text{ m und}$$
$$\text{für } g = 9{,}79955 \text{ m.}$$

Werden diese Werthe auf das Meeres-Niveau reduciert, so haben wir für:

$$\lambda = 0{,}9929120 \text{ m}$$
$$g = 9{,}79965 \text{ m.}$$

Dieser Werth stimmt mit dem aus den Helmert'schen Feststellungen sich ergebenden überein.

XXVIII. Das Pendel Lohmeier auch als Relativ-Pendel.

Diese eingehenden Untersuchungen über die Vergleichung des bei den Pendelbeobachtungen benützten Maassstabes und die gefolgerte Grösse des Werthes von g für Melbourne gewinnen um deswillen eine besondere Bedeutung, weil der von mir benützte Maassstab, sowie das Pendel und der Komparator in der Folge auch von Peters dem Jüngeren zu

[1]) Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, September 1900, in einem Aufsatze, betitelt: „Nachtrag zur Geschichte der Pendelbeobachtung".

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Schwerkraftsbestimmungen in Altona, Berlin und Königsberg benützt wurde, wodurch die Ergebnisse an den genannten Stationen, einschliesslich Melbourne, strenge vergleichbar werden. Es schreibt mir Helmert:

„Reducirt man alle λ oder g auf die letzte in Berlin ausgeführte Maassvergleichung (die ja im wesentlichen mit dem Endresultate übereinstimmt), so folgt:

Melbourne	0,9929120 m	g = 9,79965 m
Altona (A)	0,9943043 m	g = 9,81339 m
Berlin (B)	0,9941754 m	g = 9,81212 m
Königsberg (K)	0,9944077 m	g = 9,81441 m.“

Helmert bemerkt weiter: „Damit werden gegen meine Formel die Störungen bezw. in A, B und K gleich — 14, — 49 und — 14 in Einheiten der 5. Stelle. Nach Sterneck sind sie in Hamburg und Berlin + 46 und + 43; schliesst man ferner Königsberg mittelst der Fadenpendelmessungen von Bessel und Peters an Sterneck's Werth für Berlin an, so folgt die Störung in Königsberg gleich + 38. Es stehen sich also gegenüber:

Lohmeier	Wiener System	Differenz
— 14	+ 46	+ 60
— 49	+ 43	+ 92
— 14	+ 38	+ 52
	Mittel:	+ 68.

Vermehrt man alle g oben um + 0,00068, so wird die Störung für Melbourne gleich + 84. Dagegen geben die Oesterreich-ungarischen Marinemessungen + 65 und + 59, also im Mittel[1]) + 62. Mithin ist Melbourne relativ vielleicht etwas zu gross, was ja auch damit stimmt, dass die Normal-Aichungs-Kommission annimmt, der Maassstab sei seit 1864 um einige hundertstel Millimeter länger geworden (durch Biegung wohl).

Absolut genommen ist aber Melbourne mit g = 9,79965 m etwas (etwa 46) zu klein, denn die Störung ist damit + 0,00016 gegen + 62 der beiden Oesterreich-ungarischen Bestimmungen. Inwieweit diese richtig sind, trotz ihrer Uebereinstimmung, ist schwer zu sagen. Aber die beiden betreffenden Beobachter[2]) verdienen doch Vertrauen. Auch sind ja absolute Bestimmungen mit einem Pendel meist zu klein!

NB. Da das Wiener System etwa 0,00031 mehr giebt als Bessel in Berlin, so erscheint absolut Ihre Melbourner Bestimmung gegen Bessel, Berlin, nur um 0,00015 m zu klein. Wie man es auch ansieht, kann ich nur rathen, Ihre Melbourner Beobachtungen zu publiciren, natürlich einschliesslich des Dokumentes der Maassvergleichungen.“

---

[1]) Proceedings of the Royal Society of Victoria. Vol. VI (New series), iussued January 1894, Seite 175, wo die Beobachtungen des Kais. Königl. Oesterreich-Ungarischen Marine-Leutnants Elblein angeführt sind.

[2]) 1893. Die Herren Müller und von Elblein nach Mittheilungen des Oberst von Sterneck vom 22. December 1897.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Anhang.

I. Es werden in diesem Anhange zunächst die sämmtlichen Originalbeobachtungen zum Abdrucke gebracht, um einem Jeden, der sich für die Sache interessiert, ein Urtheil über die Genauigkeit der Beobachtungen zu gestatten.

Die Tabellen sind an und für sich verständlich; zu bemerken ist nur, dass die angeschriebenen Barometer- und Temperatur-Ablesungen sich auf die davorstehenden mittleren Ortszeiten beziehen. Die mit fetterem Druck gegebenen Zahlen bedeuten die auf Minuten reducierten wirklichen Schwingungsweiten.

Versuch 1a. 1863. Juli 23.

$3^h\ 0^m$ Barom. 29,755 inches Therm. am Barom. $57{,}0^0$
7 0 „ 29,752 „ „ 58,6

	Mittel der Beobachtungen	Schwingungsweite und mittlere Temperatur			Rechnung 1,00467754	Fehler
0	$6^h\ 56'\ 30''$	**57' 2**	22,25	57,00	$6^h\ 56'\ 29''\ 9992$	— 0,0008
426	7 3 38	**53 3**	20,75	49	7 3 37 9990	— 0,0010
852	7 10 46	**50 1**	19,48	59	7 10 45 9974	— 0,0026
1279	7 17 55	**45 3**	17,63	69	7 17 54 9993	— 0,0007
1706	7 25 4	**41 4**	16,10	79	7 25 4 0002	+ 0,0002
2133	7 32 13	**38 3**	14,90	89	7 32 13 0002	+ 0,0002
...	.....	...	...	57,99	.....	.....
2987	7 46 31	**33 1**	12,88	58,09	7 46 31 0076	+ 0,0076
3414	7 53 40	**30 8**	11,98	,19	7 53 40 0056	+ 0,0056
3840,5	8 0 48,5	**28 0**	10,90	58,30	8 0 48 4914	— 0,0086

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,0 R	$56{,}5^0$	—
Ende	38,1	58,8	$57{,}7^0$
Mittel	37,55	57,65	57,7

Gemessene Länge	1000,6081 mm
Korr. für $55^0\ 75$	+ 0,3653
Entfernung der Messerschneiden	1000,9734

Beobachtete Schwingungszeit = 1" 00467754 U. Z. = 1" 00467754 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1801 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1729	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9734	
	1,0338 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 2a. 1863. August 18.

3h 0′ Barom. 29,824 inches Therm. am Barom. 54,3
8 30 „ 29,873 „ „ 55,7

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00464962	Fehler
0	6h 47′ 42″	75′ 1	29,20	55,05	6h 47′ 41″ 9981	— 0,0019
427,5	6 54 51 5	68 1	26,50	19	6 54 51 4978	— 0,0022
856,5	7 2 2 5	57 7	22,45	34	7 2 2 5030	+ 0,0030
1284,5	7 9 12 5	57 2	22,25	32	7 9 12 5020	+ 0,0020
1713,0	7 16 23 0	52 7	20,48	30	7 16 23 0020	+ 0,0020
2141,0	7 23 33 0	48 2	18,73	28	7 23 32 9986	— 0,0014
2569,5	7 30 43 5	43 9	17,08	25	7 30 43 4964	— 0,0036
2999,5	7 37 55 5	40 8	15,88	33	7 37 55 5007	+ 0,0007
3429,5	7 45 7 5	37 1	14,43	42	7 45 7 5025	+ 0,0025
3858,5	7 52 18 5	34 2	13,33	50	7 52 18 5011	+ 0,0011
4287,5	7 59 29 5	32 5	12,63	69	7 59 29 4997	— 0,0003
4716,5	8 6 40 5	29 4	11,45	55,67	8 6 40 4981	— 0,0019

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	36,65 R	54,0°	53,9°
Ende	35,30	55,9	56,0
Mittel	35,98	54,95	54,95

Gemessene Länge 1000,5825 mm
Korr. für 54° 95 + 0,3585
Entfernung der Messerschneiden 1000,9410

Beobachtete Schwingungszeit = 1″ 00464962 U. Z. = 1″ 00464962 M. Z.
Entsprechende Länge des einfachen Pendels 1002,1247 mm + 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum — 0,1702 — 0,0002
Entfernung der Messerschneiden 1000,9410
1,0135 mm + 1,0092 mm ε

Versuch 1b′. 1863. August 22.

3h 0′ Barom. 29,973 inches Therm. am Barom. 54,6
8 30 „ 30,036 „ „ 57,0

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492691	Fehler
0	6h 54′ 50″ 5	58′ 9	22,90	56,07	6h 54′ 50″ 5035	+ 0,0035
405	7 1 37 5	51 9	20,18	15	7 1 37 0006	+ 0,0006
811	7 8 25 5	48 1	18,70	22	7 8 25 5015	+ 0,0015
1216,5	7 15 13 0	40 6	15,80	30	7 15 12 9999	— 0,0001
1622,0	7 22 0 5	36 9	14,35	37	7 22 0 4965	— 0,0035
2028,0	7 28 48 5	33 4	13,00	45	7 28 48 4952	— 0,0048
2434,5	7 35 37 0	29 9	11,65	60	7 35 36 9961	— 0,0039
2842,0	7 42 26 5	26 7	10,38	76	7 42 26 5018	+ 0,0018
3248	7 49 14 5	24 2	9,40	56,91	7 49 14 5000	+ 0,0000
3655	7 57 3 5	21 2	8,25	57,07	7 57 3 5032	+ 0,0032
4061	8 2 51 5	20 0	7,78	57,22	8 2 51 5016	+ 0,0016

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	35,31 R	58,0°	59,8°
Ende	35,85	58,6	58,3
Mitte	35,58	58,3	59,05

Gemessene Länge 1000,5761 mm
Korr. für 58° 68 + 0,3978
Entfernung der Messerschneiden 1000,9739

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492691 U. Z. = 1.00492691 M. Z.
Entsprechende Länge des einfachen Pendels 1002,6777 mm + 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum — 0,2549 — 0,0003
Entfernung der Messerschneiden 1000,9739
1,4489 + 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 1b. 1863. August 29.

3^h 0′ Barom. 29,513 inches Therm. am Barom. 55,0
8 23 „ 29,050 „ „ 55,2

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467646	Fehler
0	6^h 48′ 24″ 5	77′ 3	30,08	54,20	6^h 48′ 24″ 4993	— 0,0007
424	6 55 30 5	71 6	27,85	38	6 55 30 4889	— 0,0111
853	7 2 41 5	64 4	25,05	58	7 2 41 5006	+ 0,0006
1280	7 9 50 5	59 7	23,23	76	7 9 50 5013	+ 0,0013
1708	7 17 0 5	53 8	20,95	54,95	7 17 0 5059	+ 0,0059
2136	7 24 10 5	50 1	19,50	55,14	7 24 10 5095	+ 0,0095
2562	7 31 18 5	45 5	17,68	14	7 31 18 5030	+ 0,0030
2909,5	7 38 28 0	41 8	16,25	15	7 38 28 0028	+ 0,0028
3417,0	7 45 37 5	38 9	15,15	15	7 45 37 5019	+ 0,0019
3843	7 52 45 5	35 7	13,88	15	7 52 45 4935	— 0,0065
4271	7 59 55 5	31 6	12,28	22	7 59 55 4939	— 0,0061
4698	8 7 4 5	29 7	11,55	30	8 7 4 4893	— 0,0107
5129	8 14 17 5	27 5	10,70	37	8 14 17 5048	+ 0,0048
5557	8 21 27 5	26 2	10,20	55,44	8 21 27 5048	+ 0,0048

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	38,2 R	56,6°	56,0°
Ende	37,4	57,0	58,0
Mitte	37,8	56,8	57,0

Gemessene Länge 1000,6120 mm
Korr. für 56,75° + 0,3783
Entfernung der Messerschneiden 1000,9903

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467646 U. Z. = 1,00467646 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1778 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1711	— 0,0002 ε
Entfernung der Messerschneiden	1000,9903	
	1,0164 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 1a′. 1863. August 30.

3^h 0^m Barom. 30,015 inches Therm. am Barom. 53,5
8 34 „ 30,094 „ „ 55,4

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00493071	Fehler
0	7^h 14′ 22″ 5	53′ 7	20,90	54,17	7^h 14′ 22″ 4976	— 0,0024
406	7 21 10 5	47 2	18,38	30	7 21 10 5005	+ 0,0005
812	7 27 58 5	42 4	16,50	44	7 27 58 5025	+ 0,0025
1217	7 34 45 5	37 6	14,63	57	7 34 45 4990	— 0,0010
1623	7 41 33 5	33 2	12,93	70	7 41 33 5000	+ 0,0000
2029	7 48 21 5	29 3	11,40	84	7 48 21 5005	+ 0,0005
2435	7 55 9 5	27 6	10,75	54,97	7 55 9 5010	+ 0,0010
2841	8 1 58 5	24 8	9,63	55,10	8 1 58 5017	+ 0,0017
3246	8 8 45 5	23 3	9,08	55,22	8 8 45 4972	— 0,0028

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	35,6 R	56,0°	55,7°
Ende	35,88	57,0	57,0
Mittel	35,74	56,5	56,35

Gemessene Länge 1000,5787 mm
Korr. für 56,43° + 0,3747
Entfernung der Messerschneiden 1000,9534

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00493071 U. Z. = 1,00493071 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6852 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2555	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1000,9534	
	1,4763 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 1c'. 1863. September 1.

$3^h\ 0^m$ Barom. 29,776 inches Therm. am Barom. 54,9
8 29 „ 29,856 „ „ 56,6

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00493621	Fehler
0	$6^h\ 49'\ 43''\ 5$	**70' 7**	27,50	55,37	$6^h\ 49'\ 43''\ 4946$	− 0,0004
405	6 56 30 5	**61 5**	23,93	50	6 56 30 5041	+ 0,0041
808	7 3 15 5	**53 9**	20,98	63	7 3 15 4966	− 0,0034
1213	7 10 2 5	**48 9**	19,03	36	7 10 2 4978	− 0,0022
1617,5	7 16 49 0	**44 7**	17,38	55,89	7 16 48 9959	− 0,0041
2024	7 23 37 5	**38 8**	15,10	56,03	7 23 37 5031	+ 0,0031
2429	7 30 24 5	**34 7**	13,50	16	7 30 24 5024	+ 0,0024
2834	7 37 11 5	**30 5**	11,88	24	7 37 11 5013	+ 0,0013
3239,5	7 43 59 0	**27 8**	10,83	31	7 43 59 0024	+ 0,0024
3644	7 50 45 5	**25 1**	9,78	39	7 50 45 4983	− 0,0017
4050	7 57 33 5	**22 3**	8,68	46	7 57 33 5015	+ 0,0015
4454,5	8 4 20 0	**20 8**	8,08	56,54	8 4 19 9972	− 0,0028

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	34,73 R	56,5°	58,3°
Ende	34,93	56,5	56,4
Mittel	34,83	56,5	57,35

Gemessene Länge 1000,5639 mm
Korr. für 56,92° + 0,3801
Entfernung der Messerschneiden 1000,9440

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00493621 U. Z. = 1,00492851 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6810 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	− 0,2528	− 0,0003 ε
Entfernung der Messerschneiden	1000,9440	
	1,4842 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 2b. 1863. September 2.

$6^h\ 4^m$ Barom. 29,846 inches Therm. am Barom. 54,2
„ 29,887 „ „ 56,6

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467283	Fehler
0	$6^h\ 41'\ 57''\ 0$	**72' 1**	28,05	55,17	$6^h\ 41'\ 57''\ 0016$	+ 0,0016
427	6 49 6 0	**65 0**	25,28	33	1 49 6 0050	+ 0,0050
852,5	6 56 13 5	**60 0**	23,33	49	1 56 13 4998	− 0,0002
1278,5	7 3 21 5	**54 2**	21,10	65	7 3 21 4960	− 0,0040
1706,5	7 10 31 5	**50 8**	19,75	82	7 10 31 5007	+ 0,0007
2132,5	7 17 39 5	**46 0**	17,90	55,98	7 17 39 4954	− 0,0046
2560,5	7 24 49 5	**42 2**	16,40	56,15	7 24 49 4989	− 0,0011
2987,5	7 31 58 5	**39 2**	15,25	22	7 31 58 4974	− 0,0026
3415,5	7 39 8 5	**36 2**	14,10	48	7 39 8 5004	+ 0,0004
3843,5	7 46 18 5	**33 2**	12,93	35	7 46 18 5030	+ 0,0030
4270,5	7 53 27 5	**30 7**	11,93	31	7 53 27 5003	+ 0,0003
4698,5	8 0 37 5	**28 4**	11,03	56,28	8 0 37 5019	+ 0,0019

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	38,63 R	55,8°	55,9°
Ende	37,68	57,2	55,9
Mittel	38,16	56,5	55,9

Gemessene Länge 1000,6178 mm
Korr. für 56,2° 0,3722
Entfernung der Messerschneiden 1000,9900

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467283 U. Z. = 1,00467690 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1709 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	− 0,1744	− 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9900	
	1,0065 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 3b. 1863. September 4.

$5^h\,50'$ Barom. 30,225 inches Therm. am Barom. 52,8
$8\;\;50$ „ 30,274 „ „ 55,0

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00466629	Fehler
0	$6^h\,47'\,31''\,0$	**66' 7**	25,95	54,08	$6^h\,47'\,31''\,0049$	+ 0,0049
427,5	6 54 40 0	**62 1**	24,18	11	6 54 40 0032	+ 0,0032
853,5	7 1 48 5	**56 5**	22,00	14	7 1 48 4976	— 0,0024
1281,5	7 8 58 5	**51 7**	20,12	17	7 8 58 4979	— 0,0021
1709,0	7 16 8 0	**47 5**	18,48	19	7 16 7 9948	— 0,0052
2138,5	7 23 19 5	**43 5**	16,93	20	7 23 19 5003	+ 0,0003
2567,5	7 30 30 5	**40 3**	15,68	22	7 30 30 5027	+ 0,0027
2995,5	7 37 40 5	**37 3**	14,50	34	7 37 40 5000	+ 0,0000
3423,5	7 44 50 5	**34 6**	13,45	46	7 44 50 4974	— 0,0030
3852,5	7 52 1 5	**32 1**	12,50	58	7 52 1 4987	— 0,0013
4280,5	7 59 11 5	**29 0**	11,28	70	7 59 11 4954	— 0,0046
4710,5	8 6 23 5	**27 1**	10,53	73	8 6 23 5015	+ 0,0015
5139,5	8 13 34 5	**24 5**	9,53	76	8 13 34 5025	+ 0,0025
5568,5	8 20 45 5	**23 5**	9,13	54,77	8 20 45 5035	+ 0,0035

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	33,48 R	$56,0^0$	$55,0^0$	Gemessene Länge	1000,5601 mm
Ende	35,70	56,5	57,3	Korr. für $56,20^0$	+ 0,3722
Mittel	34,59	56,25	56,15	Entfernung der Messerschneiden	1000,9323

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00466629 U. Z. = 1,00466866 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1626 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1773	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9323	
	1,0530 mm	+ 1,0072 mm ε

Versuch 2a'. 1863. September 5.

$6^h\,45^m$ Barom. 30,217 inches Therm. am Barom. 53,0
$8\;\;50$ „ 30,216 „ „ 55,25

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00493130	Fehler
0	$7^h\,19'\,51''\,5$	**59' 5**	23,15	54,27	$7^h\,19'\,51''\,5012$	+ 0,0012
404	26 37 5	**52 3**	20,33	40	26 37 4984	— 0,0016
809	33 24 5	**46 3**	18,03	52	33 24 4993	— 0,0007
1214	40 11 5	**41 8**	16,25	65	40 11 4994	— 0,0006
1619	46 58 5	**37 2**	14,48	73	46 58 4989	— 0,0011
2025	7 53 46 5	**33 4**	13,00	81	7 53 46 5028	+ 0,0028
2430	8 0 33 5	**30 2**	11,73	90	8 0 33 5015	+ 0,0015
2835	7 20 5	**26 9**	10,48	54,98	7 20 4998	— 0,0002
3241	14 8 5	**24 3**	9,45	55,06	14 8 5030	+ 0,0030
3645	8 20 54 5	**22 0**	8,55	55,14	8 20 54 4962	— 0,0038

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	37,63 R	$55,0^0$	$54,6^0$	Gemessene Länge	1000,6098 mm
Ende	37,70	55,7	55,55	Korr. für $55,21^0$	+ 0,3613
Mittel	37,67	55,35	55,02	Entfernung der Messerschneiden	1000,9711

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00493130 U. Z. = 1,00491564 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6552 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2571	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1000,9711	
	1,4270 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 3a. 1863. September 6.

$6^h\ 30^m$ Barom. 29,972 inches Therm. am Barom. 52,7
9 15 „ 29,967 „ „ 55,0

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00465888	Fehler
0	7^h 8′ 32″ 5	76′ 1	29,60	54,12	7^h 8′ 32″ 5055	+ 0,0055
427	15 41 5	64 6	25,13	16	15 41 5020	+ 0,0020
855	22 51 5	63 9	24.85	20	22 51 5012	+ 0,0012
1283	30 1 5	58 0	22,55	25	30 1 4997	— 0,0003
1711	37 11 5	52 5	20,43	29	37 11 4968	— 0,0032
2140	44 22 5	49 5	19,25	33	44 22 4975	— 0,0025
2568	51 32 5	44 8	17,43	39	51 32 4929	— 0,0071
2998	58 44 5	44 7	17,38	44	58 44 4973	— 0,0027
3427	8 5 55 5	38 1	14,83	50	8 5 55 4964	— 0,0036
3858	13 8 5	35 3	13,73	55	13 8 5043	+ 0,0043
4287	20 19 5	32 6	12,70	61	20 19 5023	+ 0,0023
4716	27 30 5	29 8	11,60	66	27 30 5002	+ 0,0002
5146	34 42 5	27 6	10,73	68	34 42 5024	+ 0,0024
5575	41 53 5	25 4	9,88	71	41 53 4997	— 0,0003
6005	8 49 5 5	23 7	9,23	54,73	8 49 5 5015	+ 0,0015

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,38 R	54,5°	54,25°
Ende	37,03	56,2	56,05
Mittel	37,21	55,35	55,15

Gemessene Länge 1000,6024 mm
Korr. für 55,25° + 0,3618
Entfernung der Messerschneiden 1000,9642

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00465888 U. Z. = 1,00466008 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1456 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1756	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9642	
	1,0058 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 2b′. 1863. September 7.

$6^h\ 5^m$ Barom. 29,742 inches Therm. am Barom. 53,0
8 10 „ 29,776 „ „ 55,1

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00491954	Fehler
0	6^h 43′ 3″ 0	64′ 6	25,13	54,04	6^h 43′ 3″ 0017	+ 0,0017
405,5	49 50 5	57 1	22,20	09	49 50 4995	— 0,0005
811,5	56 38 5	51 5	20,03	13	56 38 4983	— 0,0017
1218,5	7 3 27 5	46 3	18,03	18	7 3 27 5008	+ 0,0008
1625,5	10 16 5	40 4	15,70	26	10 16 5024	+ 0,0024
2031,5	17 4 5	36 4	14,15	33	17 4 4984	— 0,0016
2438,5	23 53 5	32 3	12,58	41	23 53 4988	— 0,0012
2845,5	30 42 5	28 9	11,25	48	30 42 4988	— 0,0012
3252,5	37 31 5	26 0	10,13	59	37 31 4986	— 0,0014
3660,5	44 21 5	23 5	9,15	54,69	7 44 21 5032	+ 0,0032

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,28 R	54,7°	54,3°
Ende	38,55	56,7	56,35
Mittel	37,87	55,7	55,33

Gemessene Länge 1000,6139 mm
Korr. für 55,51° + 0,3646
Entfernung der Messerschneiden 1000,9785

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00491954 U. Z. = 1,00491937 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6626 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2532	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1000,9785	
	1,4309 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 1d'. 1863. September 8.

5h 50m Barom. 29,566 inches Therm. am Barom. 53,4
8 20 „ 29,607 „ „ 55,5

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00491525	Fehler
0	6h 25' 40" 0	68'7	26,73	55,01	6h 25' 40" 0049	+ 0,0049
404,5	32 26 5	61 4	23,88	54,89	32 26 4998	— 0,0002
810,5	39 14 5	54 1	21,03	78	39 14 5000	+ 0,0000
1216,5	46 2 5	48 4	18,83	66	46 2 4984	— 0,0016
1622,5	52 50 5	43 1	16,75	67	52 50 4955	— 0,0045
2030,5	59 40 5	38 1	14,83	68	59 40 5016	+ 0,0016
2437,5	7 6 29 5	34 0	13,23	69	7 6 29 5020	+ 0,0020
2844,0	13 18 0	30 8	11,98	70	13 17 9994	— 0,0006
3250,5	20 6 5	28 0	10,90	71	20 6 4964	— 0,0036
3658,0	26 56 0	25 1	9,75	73	26 55 9980	— 0,0020
4065,5	33 45 5	23 0	8,95	75	33 45 4994	— 0,0006
4473,5	40 35 5	20 5	8,00	77	40 35 5032	+ 0,0032
4879,5	47 23 5	18 1	7,05	80	47 23 4968	— 0,0032
5288,5	7 54 14 5	16 5	6,43	54,82	54 14 5051	+ 0,0051

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	37,55 R	55,8°	55,85°	Gemessene Länge	1000,6018 mm
Ende	36,78	56,15	55,95	Korr. für 55,94°	+ 0,3803
Mittel	37,17	55,98	55,90	Entfernung der Messerschneiden	1000,9821

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00491525 U. Z. = 1,00491503 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6538 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2516	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1000,9821	
	1,4201 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 1c. 1863. September 9.

3h 0m Barom. 29,992 inches Therm. am Barom. 52,85
8 45 „ 30,084 „ „ 55,25

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00464956	Fehler
0	6h 44' 11" 5	63'4	24,68	53,59	6h 44' 11" 5073	+ 0,0073
428,5	51 22 0	56 5	21,98	78	51 22 5037	+ 0,0037
857	58 32 5	52 1	20,25	98	58 32 4992	— 0,0008
1286	7 5 43 5	47 4	18,45	54,17	7 5 43 4961	— 0,0039
1717	12 56 5	43 3	16,85	18	12 56 5020	+ 0,0020
2146	20 7 5	39 9	15,53	19	20 7 4975	— 0,0025
2576	27 19 5	37 2	14,48	20	27 19 4973	— 0,0027
3006	34 31 5	34 0	13,23	21	34 31 4965	— 0,0035
3434,5	41 42 0	31 6	12,30	31	41 41 9884	— 0,0116
3867	48 56 5	29 8	11,60	41	48 56 5014	+ 0,0014
4297	56 38 5	26 7	10,40	49	56 38 5002	+ 0,0002
4727,5	8 3 21 0	25 3	9,85	56	8 3 21 5012	+ 0,0012
5158	10 33 5	23 5	9,13	64	10 33 5021	+ 0,0021
5588,5	17 46 0	21 2	8,25	71	17 46 0030	+ 0,0030
6019	8 24 58 5	20 1	7,83	54,79	8 24 58 5038	+ 0,0038

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	37,5 R	53,95°	53,85°	Gemessene Länge	1000,6111 mm
Ende	37,98	57,43	57,0	Korr. für 55,56°	+ 0,3652
Mittel	37,74	55,69	55,43	Entfernung der Messerschneiden	1000,9763

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00464956 U. Z. = 1,00461133 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,0952 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1760	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9763	
	0,9429 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 4a. 1863. September 10.

$6^h\ 0^m$ Barom. 30,220 inches Therm. am Barom. 53,95
9 2 „ 30,328 „ „ 56,1

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00466059	Fehler
0	$6^h\ 52'\ 13''\ 5$	49' 1	19,10	54,93	$6^h\ 52'\ 13''\ 4934$	— 0,0066
855	7 6 32 5	42 4	16,48	55,15	7 6 32 5015	+ 0,0015
1284	13 43 5	38 7	15,05	25	13 43 5035	+ 0,0035
1712	20 53 5	36 0	14,00	36	20 53 5005	+ 0,0005
2141	28 4 5	33 4	13,00	40	28 4 5018	+ 0,0018
2570	35 15 5	30 7	11,95	45	35 15 5029	+ 0,0029
2998	42 25 5	28 3	11,00	49	42 25 4991	— 0,0009
3427	49 36 5	26 0	10,13	51	49 36 4997	— 0,0003
3856	56 47 5	24 4	9,50	54	56 47 5001	+ 0,0001
4285	8 3 58 5	22 7	8,83	56	8 3 58 5003	+ 0,0003
4713	11 8 5	20 6	8,03	58	11 8 4957	— 0,0043
5143	18 20 5	19 5	7,60	61	18 20 5004	+ 0,0004
5572	25 31 5	17 7	6,90	65	25 31 5004	+ 0,0004
6001	32 42 5	16 4	6,35	55,68	32 42 5003	+ 0,0003

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	40,0 R	54,2°	54,0°
Ende	40,68	55,28	55,08
Mittel	40,34	54,74	54,54

Gemessene Länge 1000,6532 mm
Korr. für 54,64° + 0,3550
Entfernung der Messerschneiden 1001,0082

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00466059 U. Z. = 1,00466092 M. Z.
Entsprechende Länge des einfachen Pendels 1002,1469 mm + 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum — 0,1770 — 0,0002
Entfernung der Messerschneiden 1001,0082
0,9617 mm + 1,0092 mm ε

Versuch 2c. 1863. September 11.

$6^h\ 0^m$ Barom. 30,617 inches Therm. am Barom. 53,0
8 42 „ 30,671 „ „ 55,8

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00466204	Fehler
0	6 38' 43'' 5	60' 4	23,48	54,48	$6^h\ 38'\ 43''\ 4999$	— 0,0001
428	45 53 5	54 8	21,33	56	45 53 5005	+ 0,0005
355	53 2 5	51 0	19,85	64	53 2 4951	— 0,0049
1285	7 0 14 5	46 3	18,00	72	7 0 14 5031	+ 0,0031
1713	7 24 5	42 3	16,45	80	7 24 5009	+ 0,0009
2142	14 35 5	39 2	15,25	88	14 35 5029	+ 0,0029
2570	21 45 5	36 0	14,00	94	21 45 4999	— 0,0001
2999	28 56 5	33 5	13,03	55,03	28 56 5012	+ 0,0012
3427	36 6 5	30 6	11,90	11	36 6 4975	— 0,0025
3856	43 17 5	28 4	11,03	19	43 15 4985	— 0,0015
4285	50 28 5	26 0	10,13	22	50 28 4991	— 0,0009
4714	57 39 5	24 9	9,68	24	57 39 4997	— 0,0003
5143	8 4 50 5	22 6	8,80	27	8 4 50 5002	+ 0,0002
5572	12 1 5	20 8	8,10	29	12 1 5004	+ 0,0004
6001	19 12 5	18 8	7,33	32	19 12 5005	+ 0,0005

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,75 R	54,6°	55,4°
Ende	38,98	56,3	56,35
Mittel	38,37	55,45	55,88

Gemessene Länge 1000,6212 mm
Korr. für 55,66 + 0,3663
Entfernung der Messerschneiden 1000,9875

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00466204 U. Z. = 1,00466790 M. Z.
Entsprechende Länge des einfachen Pendels 1002,1607 mm + 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum — 0,1794 — 0,0002
Entfernung der Messerschneiden 1000,9875
0,9938 mm + 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 3b'. 1863. September 13.

9h 0m Barom. 30,492 inches Therm. am Barom. 52,85
11 42 „ 29,417 „ „ 55,20

	Mittel der Beobachtungen				Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00491773				Fehler
0	9h	53'	5" 0	71' 2	27,70	53,53	9h	53'	5' 0030		+ 0,0030
405		59	52 0	62 5	24,33	54		59	52 0021		+ 0,0021
810,5	10	6	39 5	54 9	21,35	55	10	6	39 5015		+ 0,0015
1216		13	17 0	49 4	19,23	55		13	16 9993		— 0,0007
1621,5		20	14 5	43 1	16,75	56		20	14 4959		— 0,0040
2029,5		27	4 5	38 3	14,88	57		27	4 5037		+ 0,0037
2434,5		33	51 5	35 0	13,63	66		33	51 4963		— 0,0037
2841,5		40	40 5	31 1	12,08	75		40	40 4983		— 0,0017
3247,5		47	28 5	27 6	10,75	84		47	28 4951		— 0,0049
3654,5		54	17 5	25 3	9,85	89		54	17 4966		— 0,0034
4061,5	11	1	6 5	22 8	8,88	93	11	1	6 4980		— 0,0020
4468,5		7	55 5	20 6	8,00	53,99		7	55 4991		— 0,0009
5282,5		21	33 5	16 3	6,35	54,08		21	33 5104		+ 0,0104

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	34,4 R	53,75°	53,65°
Ende	34,1	54,28	54,03
Mittel	34,25	53,97	53,84

Gemessene Länge 1000,5546 mm
Korr. für 53,93° + 0,3472
Entfernnng der Messerschneiden 1000,9018

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00491773 U. Z. = 1,00491731 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6584 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2549	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1000,9018	
	1,5017 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 2d'. 1863. September 14.

6h 0m Barom. 29,886 inches Therm. am Barom. 55,15
8 17 „ 29,883 „ „ 57,35

	Mittel der Beobachtungen				Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00491573				Fehler
0	6h	49'	33" 0	45' 2	17,58	56,13	6h	49'	32" 9912		— 0,0088
407,5		56	22 5	40 4	15,70	24		56	22 4965		— 0,0035
1625,5	7	16	46 5	28 9	11,23	57	7	16	46 5074		+ 0,0074
2032,5		23	35 5	26 1	10,15	68		23	35 5087		+ 0,0087
2438,5		30	23 5	23 5	9,13	71		30	23 5051		+ 0,0051
2844,5		37	11 5	21 3	8,30	75		37	11 5012		+ 0,0012
3250,5		43	59 5	18 8	7,30	78		43	59 4971		— 0,0029
3656,5		50	47 5	17 0	6,60	56,61		50	47 4931		— 0,0069

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	35,83 R	56,25°	56,10°
Ende	35,83	58,05	57,90
Mittel	35,83	57,15	57,00

Gemessene Länge 1000,5801 mm
Korr. für 57,08° + 0,3818
Entfernung der Messerschneiden 1000,9619

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00491573 U. Z. = 1,00491732 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6584 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2531	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1000,9619	
	1,4434 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 4b. 1863. September 15.

$3^h\ 0^m$ Barom. 29,741 inches Therm. am Barom. 55,3
8 40 „ 29,765 „ „ 56,0

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00466779	Fehler
0	$6^h\ 38'\ 11''\ 0$	70' 7	27,50	55,32	$6^h\ 38'\ 10''$ 9877	— 0,0023
430,5	45 23 5	64 8	25,20	41	45 23 5040	+ 0,0040
858	52 33 0	59 4	23,10	49	52 33 0048	+ 0,0048
1285	7 6 52 0	50 7	19,73	58	7 6 52 0014	+ 0,0014
1713	14 2 0	45 5	17,68	66	14 2 0014	+ 0,0014
2141,5	21 12 5	42 2	16,43	68	21 12 5029	+ 0,0029
2569,5	28 22 5	39 2	15,25	71	28 22 5017	+ 0,0017
2997,5	35 32 5	36 5	14,18	73	35 32 5000	+ 0,0000
3426,5	42 43 5	33 4	13,00	75	42 43 5024	+ 0,0024
3854,5	49 53 5	30 9	12,00	76	49 53 4997	— 0,0003
4282,5	57 3 5	28 1	10,95	77	57 3 4967	— 0,0033
4711,5	8 4 14 5	26 0	10,10	77	8 4 14 4980	— 0,0020
5140,5	11 25 5	24 9	9,70	78	11 25 4991	— 0,0009
5569,5	18 36 5	22 9	8,90	69	18 36 5000	+ 0,0000

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	40,48 R	$55,7^0$	$55,87^0$	Gemessene Länge	1000,6426 mm
Ende	38,90	57,23	57,10	Korr. für $56,48^0$	+ 0,3753
Mittel	39,69	56,47	56,49	Entfernung der Messerschneiden	1001,0179

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00466779 U. Z. = 1,00467011 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1672 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1736	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0179	
	0,9759 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 1d. 1863. September 16.

$6^h\ 10^m$ Barom. 30,074 inches Therm. am Barom. 53,3
8 43 „ 30,112 „ „ 56,15

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00465413	Fehler
0	6 47' 31" 5	56' 8	22,10	54,16	$6^h\ 47'\ 31''$ 4992	— 0,0008
428	54 41 5	53 2	20,70	28	54 41 4960	— 0,0040
858,5	7 1 54 0	49 0	19,05	39	7 1 54 0038	+ 0,0038
1287	9 4 5	44 2	17,20	51	9 4 5015	+ 0,0015
1717	16 6 5	41 0	15,95	62	16 6 5057	+ 0,0057
2145,5	23 27 0	37 4	14,53	74	23 27 0024	+ 0,0024
2575	30 38 5	35 0	13,60	82	30 38 4955	— 0,0045
3004,5	37 50 0	32 4	12,60	90	37 49 9964	— 0,0036
3434	45 1 5	29 6	11,50	97	45 1 4970	— 0,0030
3864	52 13 5	27 1	10,55	55,05	52 13 4998	— 0,0002
4293	59 24 5	25 3	9,83	12	59 24 4978	— 0,0022
4723	8 6 36 5	23 5	9,15	18	8 6 36 5004	+ 0,0004
5153	13 48 5	21 9	8,50	25	13 48 5031	+ 0,0031
5582	20 59 5	20 1	7,83	55,31	20 59 5010	+ 0,0010

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	36,65 R	$54,47^0$	$54,40^0$	Gemessene Länge	1000,5997 mm
Ende	37,43	56,25	56,55	Korr. für $55,42^0$	+ 0,3633
Mittel	39,04	55,36	55,47	Entfernung der Messerschneiden	1000,9630

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00465413 U. Z. = 1,00464274 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1109 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1760	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9630	
	0,9719 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 3a'. 1863. September 18.

$5^h\,50^m$ Barom. 30,206 inches Therm. am Barom. 55,1
8 28 „ 30,228 „ „ 57,65

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492788	Fehler
0	$6^h\,27'\,38''\,5$	**67'5**	26,25	56,15	$6^h\,27'\,38''\,4975$	— 0,0025
405	34 25 5	**58 6**	22,80	28	34 25 5000	± 0,0000
809	41 11 5	**52 4**	20,38	41	41 11 4959	— 0,0041
1215	47 59 5	**46 6**	18,13	53	47 59 5006	+ 0,0006
1620	54 46 5	**41 3**	16,08	66	54 46 4994	— 0,0006
2026	7 1 34 5	**37 4**	14,55	79	7 1 37 5026	+ 0,0026
2431	8 21 5	**33 1**	12,88	80	8 21 5005	+ 0,0005
2837	15 9 5	**29 7**	11,55	82	15 9 5026	+ 0,0026
3242	21 56 5	**26 9**	10,45	83	21 56 4995	— 0,0005
3649	28 45 5	**24 0**	9,35	84	28 45 5060	+ 0,0060
4054	35 32 5	**21 4**	8,33	92	35 32 5023	+ 0,0023
4460	42 20 5	**19 5**	7,60	99	42 20 5025	+ 0,0025
4865	49 7 5	**17 2**	6,70	57,07	49 7 4988	— 0,0012
5270	55 54 5	**15 2**	5,90	14	55 54 4951	— 0,0049
5676	8 21 42 5	**13 3**	5,18	22	8 2 42 4964	— 0,0036

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	35,00 R	56,17°	56,14°	Gemessene Länge	1000,5881 mm
Ende	37,65	58,1	59,4	Korr. für 57,35°	+ 0,3845
Mittel	36,32	57,13	57,57	Entfernung der Messerschneiden	1000,9726

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492788 U. Z. = 1,00493275 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6894 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2559	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1000,9726	
	1,4609 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 2c'. 1863. September 19.

$3^h\,0^m$ Barom. 30,215 inches Therm. am Barom. 55,5
7 50 „ 30,215 „ „ 57,2

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492877	Fehler
0	$6^h\,15'\,5''\,5$	**69'3**	26,95	56,59	$6^h\,15'\,5''\,5005$	+ 0,0005
404	21 51 5	**62 8**	24,43	61	21 51 4996	— 0,0004
808	28 37 5	**55 3**	21,50	63	28 37 4960	— 0,0032
1214	35 25 5	**49 4**	19,20	65	35 25 5023	+ 0,0023
1619	42 12 5	**43 1**	16,75	67	42 12 5017	+ 0,0017
2024	48 59 5	**39 3**	15,30	69	48 59 5000	± 0,0000
2429	55 46 5	**35 0**	13,63	74	55 46 4979	— 0,0021
2835	7 2 34 5	**30 9**	12,03	79	7 2 34 5001	+ 0,0001
3241	9 22 5	**27 7**	10,78	84	9 22 5020	+ 0,0020
3646	16 9 5	**25 2**	9,80	89	16 9 4987	— 0,0013
4053	22 58 5	**22 8**	8 88	56,95	22 58 5050	+ 0,0050
4457	29 44 5	**21 2**	8,23	57,02	29 44 4964	— 0,0036
4863,5	36 33 0	**18 0**	7,00	08	36 33 5003	+ 0,0003
5269,0	43 20 5	**16 6**	6,45	15	43 20 4990	— 0,0010
5675,0	50 8 5	**15 3**	5,95	57,21	50 8 5903	+ 0,0003

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	39,45 R	56,87°	56,53°	Gemessene Länge	1000,6282 mm
Ende	38,15	58,17	58,20	Korr. für 57,44	+ 0,3854
Mittel	38,80	57,52	57,36	Entfernung der Messerschneiden	1001,0136

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492877 U. Z. = 1,00490130 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6307 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2559	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0136	
	1,3612 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 5a. 1863. September 20.

$3^h\ 0^m$ Barom. 29,904 inches Therm. am Barom. 56,25
8 14 „ 29,910 „ „ 57,8

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur			Rechnung 1,00466132			Fehler
0	6^h	43′	50″ 5	69′ 0	26,83	57,22	6^h	43′	50″ 5036	+ 0,0036
426		50	58 5	63 1	24,53	27		50	58 4999	— 0,0001
853		58	7 5	57 8	22,48	32		58	7 4972	— 0,0028
1281	7	5	17 5	53 2	20,68	37	7	5	17 4980	— 0,0020
1710		12	28 5	48 8	19,00	42		12	28 5026	+ 0,0026
2137		19	37 5	44 7	17,40	47		19	37 4969	— 0,0031
2566		26	48 5	41 1	16,00	52		26	48 5000	± 0,0000
2994		33	58 5	38 4	14,95	56		33	58 4978	— 0,0022
3424		41	10 5	34 8	13,53	61		41	10 5047	+ 0,0047
3852		48	20 5	31 7	12,35	65		48	20 5016	+ 0,0016
4284		55	30 5	30 0	11,65	70		55	30 4983	— 0,0017

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	36,98 R	$56,80^0$	$56,65^0$
Ende	38,15	58,57	58,70
Mittel	37,56	57,68	57,67

Gemessene Länge 1000,6081 mm
Korr. für $57,67^0$ + 0,3877
Entfernung der Messerschneiden 1000,9958

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00466132 U. Z. = 1,00466866 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1626 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1741	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9958	
	0,9927 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 3c. September 21. 1863.

$5^h\ 58^m$ Barom. 29,853 inches Therm. am Barom. 54,5
8 40 „ 29,906 „ „ 57,3

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur			Rechnung 1,00465140			Fehler
0	6^h	41′	32″ 0	61′ 8	24,05	56,75	6^h	41′	31″ 9958	— 0,0042
429,5		48	43 5	56 5	21,98	70		48	43 5018	+ 0,0018
857,5		55	53 7	51 6	20,08	65		55	53 4991	— 0,0009
1286,5	7	3	4 5	47 7	18,55	60	7	3	4 5000	± 0,0000
1715,5		10	15 5	43 7	17,00	55		10	15 5001	+ 0,0001
2145		17	27 0	40 4	15,70	50		17	27 0015	+ 0,0015
2574,5		24	38 5	37 6	14,63	57		24	38 0024	+ 0,0024
3004		31	50 0	34 4	13,38	63		31	50 0031	+ 0,0031
3433		39	1 0	32 1	12,50	70		39	1 0010	+ 0,0010
3862,5		46	12 5	29 1	11,33	76		46	12 5011	+ 0,0011
4291,5		53	23 5	27 8	10,80	83		53	23 4986	— 0,0014
5720,5	8	0	34 5	25 4	9,90	92	8	0	34 4960	— 0,0040
5150,5		7	46 5	23 6	9,18	57,01		7	46 4982	— 0,0018
5580,5		14	58 5	21 8	8,48	09		14	58 5003	+ 0,0003
6009,5		22	9 5	20 3	7,88	18		22	9 5008	+ 0,0008

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	38.53 R	$56,2^0$	$56,23^0$
Ende	40.23	57,55	57,50
Mittel	39.38	56,88	56,86

Gemessene Länge 1000,6376 mm
Korr. für $56,87^0$ + 0,3787
Entfernung der Messerschneiden 1001,0163

Beobachtete Schwingungszeit = 1.00465140 U. Z. = 1,00465360 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1321 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1743	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0163	
	0,9215 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 4b'. 1863. September 22.

$6^h\ 13^m$ Barom. 30,172 inches Therm. am Barom. 54,7
8 22 „ 30,225 „ „ 56,6

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00491172	Fehler
0	$6^h\ 48'\ 17''\ 0$	56'8	22,10	55,60	$6^h\ 48'\ 16''$ 9882	− 0,0118
813,5	7 1 54 5	45 6	17,73	56,08	7 1 54 5039	+ 0,0039
1219,5	8 42 5	40 8	15,88	30	8 42 5013	+ 0,0013
1626,5	15 31 5	36 5	14,18	54	15 31 5033	+ 0,0033
2033,5	22 20 5	32 9	12,78	77	22 20 5052	+ 0,0052
2439,5	29 8 5	29 2	11,35	68	29 8 5017	+ 0,0017
2846,5	35 57 5	25 6	9,95	55	35 57 5025	+ 0,0025
3253,5	42 46 5	23 5	9,13	48	42 46 5028	+ 0,0028
3659,5	49 34 5	21 0	8,18	40	49 34 4977	− 0,0023
4066,5	56 23 5	19 1	7,43	31	56 23 4973	− 0,0027
4473,5	8 3 12 5	17 7	6,90	22	8 3 12 4964	− 0,0036

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	39,58 R	55,5°	55,25°
Ende	39,06	57,3	57,27
Mittel	39,32	56,4	56,26

Gemessene Länge 1000,6366 mm
Korr. für 56,33° + 0,3736
Entfernung der Messerschneiden 1001,0102

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00491172 U. Z. = 1,00489949 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6224 mm	+ 1,0098 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	− 0,2561	− 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0102	
	1,3561 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 3d'. 1863. September 23.

$3^h\ 0^m$ Barom. 30,291 inches Therm. am Barom. 55,4
8 5 „ 30,480 „ „ 57,65

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00491847	Fehler
0	$6^h\ 27'\ 26''\ 5$	52'7	20,50	56,63	$6^h\ 27'\ 26''$ 5103	+ 0,0103
807	40 57 5	42 2	16,43	72	40 57 4953	− 0,0047
1213	47 45 5	37 7	14,68	76	47 45 4943	− 0,0057
1620	54 34 5	33 3	12,95	80	54 34 4978	− 0,0022
2027	7 1 23 5	30 4	11,83	85	7 1 23 5007	+ 0,0007
2433	8 11 5	27 1	10,53	89	8 11 4984	− 0,0016
2840	15 0 5	24 2	9,40	56,95	15 0 5007	+ 0,0007
3246,5	21 49 0	22 1	8,58	57,00	21 49 0005	+ 0,0005
3653	28 37 5	19 5	7,58	06	28 37 5002	+ 0,0002
4060	35 26 5	17 9	6,98	57,11	35 26 5023	+ 0,0023

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,63 R	56,5°	56,1°
Ende	38,98	57,83	58,0
Mittel	38,30	57,16	57,05

Gemessene Länge 1000,6201 mm
Korr. für 57,10° + 0,3811
Entfernung der Messerschneiden 1001,0012

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00491847 U. Z. = 1,00494937 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,7226 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	− 0,2572	− 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0012	
	1,4642 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 5b. 1863. September 25.

3^h 0′ Barom. 30,037 inches Therm. am Barom. 57,35
8 16 „ 30,008 „ „ 59,15

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467804	Fehler
0	6^h 25′ 38″ 5	65′ 4	25,45	58,13	6^h 25′ 38″ 5021	+ 0,0021
426,5	32 47 0	60 5	23,55	16	32 47 0041	+ 0,0041
852	39 54 5	55 7	21,65	19	39 54 5000	± 0,0000
1278	47 2 5	51 2	19,90	23	47 2 4972	— 0,0028
1705	54 11 5	47 3	18,40	26	54 11 4982	— 0,0018
2132	7 1 20 5	43 4	16,90	29	7 1 20 4985	— 0,0015
2560	8 30 5	39 7	15,45	36	8 30 5027	+ 0,0027
2986	15 38 5	37 1	14,43	43	15 38 4973	— 0,0027
3413	22 47 5	34 1	13,25	50	22 47 4961	— 0,0039
3841	29 57 5	31 3	12,18	56	29 57 4993	— 0,0007
4268	37 6 5	29 2	11,35	63	37 6 4977	— 0,0003
4697	44 17 5	27 4	10,65	70	44 17 5053	+ 0,0053
5113	51 25 5	25 4	9,90	71	51 25 4986	— 0,0014
5540	58 34 5	22 7	8,85	73	58 34 4966	— 0,0038
6395	8 12 53 5	19 7	7,68	75	8 12 53 5058	+ 0,0058

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	38,13 R	58,2°	58,03°	Gemessene Länge	1000,6200 mm
Ende	38,45	59,5	59,5	Korr. für 58,81°	+ 0,3991
Mittel	38,29	58,85	58,76	Entfernung der Messerschneiden	1001,4191

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467804 U. Z. = 1,00467980 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1848 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1743	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0191	
	0,9914 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 2d. 1863. September 26.

3^h 0′ Barom. 29,874 inches Therm. am Barom. 57,15
8 12 „ 29,773 „ „ 58,75

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467864	Fehler
0	6^h 25′ 6″ 5	65′ 0	25,30	58,38	6^h 25′ 6″ 4996	— 0,0004
426	32 14 5	60 6	23,58	43	32 14 4970	— 0,0030
853	39 23 5	55 1	21,45	48	39 23 4999	— 0,0001
1279,5	46 32 0	51 2	19,93	53	46 31 9995	— 0,0005
1706	53 40 5	46 8	18,20	57	53 40 4982	— 0,0018
2134	7 0 50 5	43 1	16,78	62	7 0 50 5032	+ 0,0032
2570	7 58 5	39 6	15,40	67	7 58 4982	— 0,0018
2998	15 8 5	36 3	14,13	67	15 8 5020	+ 0,0020
3425	22 17 5	33 8	13,13	67	22 17 5006	+ 0,0006
3853	29 27 5	31 1	12,08	68	29 27 5035	+ 0,0035
4280	36 36 5	28 7	11,18	68	36 36 5013	+ 0,0013
4708	43 46 5	26 8	10,43	72	43 46 5039	+ 0,0039
5135	50 55 5	25 3	9,85	68	50 55 5013	+ 0,0013
5562	58 4 5	23 2	9,03	75	58 4 4986	— 0,0014
5989	8 5 13 5	21 0	8,18	79	8 5 13 4958	— 0,0042
6417	12 23 5	19 9	7,73	58,82	12 23 4975	— 0,0025

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	36,3 R	58,87°	58,77°	Gemessene Länge	1000,5772 mm
Ende	35,0	59,5	59,5	Korr. für 59,16°	+ 0,4028
Mittel	35,65	59,18	59,14	Entfernung der Messerschneiden	1000,9800

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467864 U. Z. = 1,00467925 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1834 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1733	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1000,9800	
	1,0301	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 4a'. 1863. September 27.

$6^h\ 30^m$ Barom. 29,651 inches Therm. am Barom. 57,15
8 23 „ 29,695 „ „ 59,00

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00493969	Fehler
0	$7^h\ 0'\ 55''\ 5$	**63' 0**	24,50	57,66	$7^h\ 0'\ 55''\ 4980$	— 0,0020
404	7 51 5	**55 7**	21,65	89	7 51 4981	— 0,0019
809	14 28 5	**50 5**	19,65	58,12	14 28 5020	+ 0,0020
1213	21 14 5	**44 4**	17,28	35	21 14 5002	+ 0,0002
1617	28 0 5	**39 9**	15,53	39	28 0 4977	— 0,0023
2023	34 48 5	**35 5**	13,80	42	34 48 5044	+ 0,0044
2427	41 34 5	**32 0**	12,45	45	41 34 5007	+ 0,0007
2832	48 21 5	**28 6**	11,13	48	48 21 5015	+ 0,0015
3236	55 7 5	**25 8**	10,05	55	55 7 4970	— 0,0030
3642	8 1 55 5	**23 1**	9,00	62	8 1 55 5022	+ 0,0022
4047	8 42 5	**21 2**	8,23	68	8 42 5025	+ 0,0025
4451	15 28 5	**19 2**	7,45	75	15 28 4977	— 0,0023
4856	22 15 5	**17 1**	6,65	72	22 15 4979	— 0,0021

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	39,93 R	58,0°	58,15°	Gemessene Länge	1000,6433 mm
Ende	39,53	60,17	60,13	Korr. für 59,11°	+ 0,4022
Mittel	39,71	59,08	59,14	Entfernung der Messerschneiden	1001,0455

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00493969 U. Z. = 1,00493687 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6972 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2504	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0455	
	1,4013 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 3c'. 1863. September 29.

$3^h\ 0^m$ Barom. 30,060 inches Therm. am Barom. 57,15
8 23 „ 30,011 „ „ 59,2

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00494098	Fehler
0	$6^h\ 22'\ 59''\ 0$	**62' 6**	24,35	57,55	$6^h\ 22'\ 59''\ 0035$	+ 0,0035
404	29 45 0	**56 6**	22,00	67	29 45 0028	+ 0,0028
808	36 31 0	**50 5**	19,63	79	36 31 0009	+ 0,0009
1213	43 18 0	**44 8**	17,45	92	43 18 0028	+ 0,0028
1616,5	50 3 5	**40 0**	15,55	58,04	50 3 4966	— 0,0034
2020	56 49 5	**35 9**	13,95	16	56 49 4923	— 0,0077
2426	7 3 37 5	**32 9**	12,78	26	7 3 37 4976	— 0,0024
2832	10 25 5	**28 5**	11,10	37	10 25 5016	+ 0,0016
3236	17 11 5	**25 7**	10,00	47	17 11 4975	— 0,0025
3641	23 58 5	**23 0**	8,95	58	23 58 4969	— 0,0031
4047	30 46 5	**20 9**	8,13	68	30 46 5013	+ 0,0013
4452	37 33 5	**19 2**	7,48	68	37 33 5009	+ 0,0009
4857	44 20 5	**17 4**	6,78	69	44 20 5005	+ 0,0005
5263	50 38 5	**15 4**	6,00	69	50 38 5046	+ 0,0046

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	37,48 R	58,17°	58,03°	Gemessene Länge	1000,6211 mm
Ende	39,25	59,47	59,4	Korr. für 58,77°	+ 0,3987
Mittel	38,36	58,82	58,71	Entfernung der Messerschneiden	1001,0198

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00494098 U. Z. = 1,00494441 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,7125 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2534	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0198	
	1,4393 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 6b. 1863. September 30.

$3^h\ 0^m$ Barom. 30,132 inches Therm. am Barom. 56,6
7 45 „ 30,184 „ „ 58,45

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467342	Fehler
0	$6^h\ 26'\ 4''\ 5$	**56' 5**	22,00	57,58	$6^h\ 26'\ 4''\ 5028$	+ 0,0028
426	33 12 5	**51 9**	20,18	67	33 12 4986	— 0,0014
853	40 21 5	**47 9**	18,65	76	40 21 4982	— 0,0018
1281	47 31 5	**44 0**	17,10	85	47 31 5019	+ 0,0019
1707	54 39 5	**40 6**	15,78	94	54 39 4956	— 0,0044
2135	7 1 49 5	**37 2**	14,45	58,03	7 1 49 4982	— 0,0018
2563	8 59 5	**34 3**	13,35	12	8 59 5005	+ 0,0005
2991	16 9 5	**32 2**	12,53	14	16 9 5026	+ 0,0026
3419	23 19 5	**29 2**	11,35	16	23 19 5043	+ 0,0043
3846	40 28 5	**27 2**	10,58	18	30 28 5011	+ 0,0011
4273	37 37 5	**25 4**	9,88	20	37 37 4976	— 0,0024
4701	44 47 5	**23 0**	8,95	28	44 47 4986	— 0,0014

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	40,43 R	$57,5^0$	$57,45^0$
Ende	40,13	59,7	59,57
Mittel	40,28	58,6	58,51

Gemessene Länge 1000,6522 mm
Korr. für $58,56^0$ + 0,3966
Entfernung der Messerschneiden 1001,0488

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467342 U. Z. = 1,00468056 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1861 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1754	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0488	
	0,9619 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 3a. 1863. October 1.

$6^h\ 5^m$ Barom. 30,304 inches Therm. am Barom. 56,35
8 31 „ 30,359 „ „ 58,45

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467499	Fehler
0	$6^h\ 39'\ 14''\ 5$	**55' 1**	21,45	56,76	$6^h\ 39'\ 14''\ 4988$	— 0,0012
427	46 23 5	**50 8**	19,75	81	46 23 4968	— 0,0032
855	53 33 5	**46 3**	18,03	85	53 33 4987	— 0,0013
1284	7 0 44 5	**42 5**	16,53	90	7 0 44 5045	+ 0,0045
1711	7 53 5	**39 2**	15,23	94	7 53 5005	+ 0,0003
2139	15 3 5	**36 1**	14,05	99	15 3 5002	+ 0,0002
2567	22 13 5	**33 4**	12,98	57,07	22 13 4999	— 0,0001
2995	29 23 5	**30 6**	11,90	16	29 23 4993	— 0,0007
3424	36 34 5	**28 3**	11,00	24	36 34 5033	+ 0,0033
3852	43 44 5	**26 0**	10,13	32	43 44 5024	+ 0,0024
4279	50 53 5	**24 1**	9,38	42	50 53 4967	+ 0,0033
4708	58 4 5	**22 5**	8,75	52	58 4 5005	+ 0,0005
5135	8 5 13 5	**20 7**	8,05	61	8 5 13 4949	+ 0,0051
5565	12 25 5	**19 1**	7,43	71	12 25 5034	+ 0,0034

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	39,98 R	$57,67^0$	$57,63^0$
Ende	39,8	59,07	58,93
Mittel	39,89	58,37	58,28

Gemessene Länge 1000,6297 mm
Korr. für $58,32^0$ + 0,3942
Entfernung der Messerschneiden 1001,0239

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467499 U. Z. = 1,00467602 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1769 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1764	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0239	
	0,9766 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 5a'. 1863. October 4.

$3^h\ 0^m$ Barom. 30,317 inches Therm. am Barom. 55,75
8 29 „ 30,236 „ „ 58,75

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00493414	Fehler
0	6^h 41'	29" 0	57' 8	22,50	57,15	6^h 41' 29" 0006	+ 0,0006
404	48	15 0	52 3	20,33	24	48 14 9971	— 0,0029
809,5	55	2 5	46 8	18,20	33	55 2 5000	+ 0,0000
1214,5	7 1	49 5	41 1	16,00	44	7 1 49 4994	— 0,0006
1619,5	8	36 5	37 5	14,60	52	8 36 4982	— 0,0018
2025,5	15	24 5	33 5	13,03	61	15 24 5015	+ 0,0015
2431,5	22	12 5	30 2	11,73	70	22 12 5045	+ 0,0045
2835,5	28	58 5	26 5	10,30	73	28 58 4972	+ 0,0028
3242,5	35	47 5	24 6	9,55	76	35 47 5045	+ 0,0045
3647,5	42	34 5	21 5	8,38	78	42 34 5018	+ 0,0018
4052,5	49	21 5	19 7	7,68	81	49 21 4988	— 0,0012
4458,5	56	9 5	17 9	6,98	79	56 9 5006	+ 0,0006
4863,5	8 2	56 5	15 9	6,18	77	8 2 56 4973	— 0,0027
5269,5	9	45 5	13 9	5,40	75	9 45 4988	— 0,0012

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	38,83 R	57,4°	57,9°	Gemessene Länge	1000,6327 mm
Ende	39,33	60,25	60,0	Korr. für 58,89°	+ 0,3999
Mittel	39,08	58,83	58,95	Entfernung der Messerschneiden	1001,0326

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00493414 U. Z. = 1,00493392 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6917 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2559	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0326	
	1,4032 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 4c'. 1863. October 6.

$5^h\ 55^m$ Barom. 29,897 inches Therm. am Barom. 58,5
8 16 „ 29,893 „ „ 61,0

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00494867	Fehler
0	6 24'	18" 5	59' 2	23,05	59,53	6^h 24' 18" 5013	+ 0,0013
403	31	3 5	52 7	20,48	46	31 3 4991	— 0,0009
807	37	49 5	48 0	18,68	40	37 49 5001	+ 0,0001
1211	44	35 5	41 5	16,15	33	44 35 4995	— 0,0005
1616	51	22 5	37 7	14,68	27	51 22 5035	+ 0,0035
2019	58	7 5	33 3	12,95	20	58 7 4967	— 0,0033
2424	7 4	54 5	30 2	11,73	32	7 4 54 4993	— 0,0007
2828	11	40 5	26 9	10,48	43	11 40 4967	— 0,0033
3233	18	27 5	24 6	9,55	55	18 27 4990	— 0,0010
3638	25	14 5	22 6	8,58	66	25 14 5013	+ 0,0013
4043	32	1 5	20 1	7,83	73	32 1 5036	+ 0,0036
4447	38	47 5	18 3	7,13	79	38 47 5012	+ 0,0012
4852	45	34 5	16 3	6,33	86	45 34 5035	+ 0,0035
5255	52	19 5	14 9	5,78	92	52 19 4954	— 0,0046

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	39,03 R	59,97°	59,53°	Gemessene Länge	1000,6358 mm
Ende	39,50	61,37	61,17	Korr. für 60,51°	+ 0,4171
Mittel	39,27	60,67	60,35	Entfernung der Messerschneiden	1001,0529

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00494867 U. Z. = 1,00494758 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,7189 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2514	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0529	
	1,4146 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 6a. 1863. October 7.

$4^h\,30^m$ Barom. 29,915 inches Therm. am Barom. 57,85
8 10 „ 29,986 „ „ 58,70

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467801			Fehler
0	4^h 35′	29″ 5	64′ 5	25,10	57,87	4^h 35′	29″ 5003		+ 0,0003
427	42	38 5	60 3	23,45	93	42	38 5038		+ 0,0038
852,5	49	46 0	55 5	21,60	98	49	45 9091		— 0,0009
1279	56	54 5	51 0	19,83	58,03	56	54 4981		— 0,0019
1706	5 4	3 5	46 5	18,08	09	5 4	3 4985		— 0,0015
2133	11	12 5	43 3	16,85	14	11	12 4982		— 0,0018
2560	18	21 5	39 9	15,53	17	18	21 4975		— 0,0025
2988	25	31 5	36 4	14,15	19	25	31 5007		+ 0,0007
3416	32	41 5	33 6	13,08	22	32	41 5035		+ 0,0035
3843	39	50 5	31 2	12,15	24	39	50 5013		+ 0,0013
4270	46	59 5	28 4	11,05	27	46	59 4980		— 0,0012

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	38,4 R	58,4°	58,0°
Ende	39,13	59,33	59,53
Mittel	38,77	58,87	58,77

Gemessene Länge 1000,6277 mm
Korr. für 58,82° + 0,3992
Entfernnng der Messerschneiden 1001,0269

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467801 U. Z. = 1,00467834 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1815 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1739	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0269	
	0,9807 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 4c. 1863. October 7.

$4^h\,30^m$ Barom. 29,915 inches Therm. am Barom. 57,85
8 10 „ 29,986 „ „ 58,70

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00468091			Fehler
0	6^h 39′	33″ 5	62′ 7	24,40	58,04	6^h 39′	33″ 5027		+ 0,0027
426	46	41 5	58 2	22,65	00	46	41 5024		+ 0,0024
853	53	49 5	53 8	20,93	57,96	53	49 5010		+ 0,0010
1278	7 0	57 5	49 3	19,18	91	7 0	57 4982		— 0,0018
1705	8	6 5	45 5	17,70	87	8	6 4993		— 0,0007
2131	15	14 5	41 2	16,03	83	15	14 4946		— 0,0054
2559	22	24 5	38 6	15,00	84	22	24 4987		— 0,0013
2986	29	33 5	33 4	13,00	86	29	33 4974		— 0,0026
3414	36	43 5	32 9	12,78	87	36	43 5005		+ 0,0005
3841	43	52 5	30 2	11,75	58,02	43	52 4987		— 0,0013
4270	51	3 5	28 0	10,88	17	51	3 5064		+ 0,0064

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	38,4 R	58,4°	58,0°
Ende	39,13	59,33	59,53
Mittel	38,77	58,87	58,77

Gemessene Länge 1000,6277 mm
Korr. für 58,82° + 0,3992
Entfernung der Messerschneiden 1001,0269

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00468091 U. Z. = 1,00468124 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1875 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1739	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0269	
	0,9867 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 4d'. 1863. October 8.

6h 4m Barom. 30,113 inches Therm. am Barom. 56,15
8 45 „ 30,134 „ „ 58,6

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492089			Fehler
0	7h 43' 26" 5	53' 8	20,95	57,54	7h 43' 26" 5026				+ 0,0026
405	50 13 5	48 4	18,83	58	50 13 5013				+ 0,0013
810	57 0 5	42 5	16,53	63	57 0 4990				— 0,0010
1216	8 7 48 5	38 3	14,90	68	8 3 48 5007				+ 0,0007
1621	10 35 5	33 9	13,20	73	10 35 4970				— 0,0030
2027	17 23 5	31 0	12,05	78	17 23 4976				— 0,0024
2433	24 11 5	27 2	10,60	82	24 11 4991				— 0,0009
2839	30 59 5	24 7	9,60	87	30 59 4991				— 0,0009
3245	37 47 5	22 4	8,70	92	37 47 5001				+ 0,0001
3652	44 36 5	19 9	7,75	89	47 36 5048				+ 0,0048

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	39,21 R	57,08°	57,18°	Gemessene Länge	1000,6413 mm
Ende	40,00	57,23	57,33	Korr. für 57,23°	+ 0,3833
Mittel	39,61	57,21	57,26	Entfernung der Messerschneiden	1001,0246

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492089 U. Z. = 1,00492834 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6806 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2546	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0246	
	1,4014 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 5b'. 1863. October 8.

6h 4m Barom. 30,113 inches Therm. am Barom. 56,15
8 45 „ 30,134 „ „ 58,6

	Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492517			Fehler
0	6h 31' 0" 5	63' 8	24,80	56,63	6h 31' 0" 5032				+ 0,0032
404	37 46 5	57 1	22,20	66	37 46 4991				— 0,0009
809	44 33 5	51 0	19,85	69	44 33 4985				— 0,0015
1215	51 21 5	48 0	17,50	73	51 21 5015				+ 0,0015
1620	58 8 5	40 4	15,73	76	58 8 4987				— 0,0013
2025	7 4 55 5	36 1	14,05	79	7 4 55 4950				— 0,0050
2432	11 44 5	32 5	12,65	82	11 44 5008				+ 0,0008
2838	18 32 5	28 5	11,08	85	18 32 5011				+ 0,0011
3244	25 30 5	25 9	10,08	88	25 20 5011				+ 0,0011
3650	31 8 5	23 5	9,15	92	31 8 5008				+ 0,0008

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	39,21 R	57,08°	57,18°	Gemessene Länge	1000,6413 mm
Ende	40,00	57,33	57,33	Korr. für 57,23°	+ 0,3833
Mittel	39,61	57,21	57,26	Entfernung der Messerschneiden	1001,0246

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492517 U. Z. = 1,00493262 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6889 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2546	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0246	
	1,4097 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 7b. 1863. October 9.

$5^h\,55^m$ Barom. 28,954 inches Therm. am Barom. 57,0
8 49 „ 29,970 „ „ 59,6

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00468727	Fehler
0	$6^h\,28'\,4''\,5$	**59' 7**	24,88	57,48	$6^h\,28'\,4''$ 5011	+ 0,0011
425	35 11 5	**52 1**	20,25	63	35 11 5004	+ 0,0004
851	42 19 5	**48 5**	18,85	78	42 19 5006	+ 0,0006
1277	49 27 5	**45 0**	17,50	93	49 27 5003	+ 0,0003
1702	56 34 5	**41 1**	16,00	58,08	56 34 4949	— 0,0051
2129	7 3 43 5	**38 3**	14,88	23	7 3 43 4986	— 0,0014
2556	10 52 5	**35 2**	13,70	21	10 52 5020	+ 0,0029
2983	18 1 5	**32 5**	12,63	20	18 1 5047	+ 0,0047
3408	25 8 5	**30 2**	11,75	18	25 8 4977	— 0,0023
3835	32 17 5	**27 7**	10,78	17	32 17 4999	— 0,0001

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	40,08 R	57,73°	57,4°	Gemessene Länge	1000,6298 mm
Ende	37,71	58,4	58,4	Korr. für 57,99°	+ 0,3909
Mittel	38,90	58,07	57,9	Entfernung der Messerschneiden	1001,0207

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00468727 U. Z. = 1,00469020 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,2060 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1740	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0207	
	1,0113 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 4a. 1863. October 9.

$5^h\,55^m$ Barom. 29,954 inches Therm. am Barom. 57,0
8 49 „ 29,970 „ „ 59,6

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00468463	Fehler
0	$7^h\,44'\,22''\,5$	**50' 9**	19,80	59,45	$7^h\,44'\,22''$ 4930	— 0,0070
427	51 31 5	**47 3**	18,40	31	51 31 5001	+ 0,0001
854	58 40 5	**43 1**	16,75	17	58 40 5062	+ 0,0062
1280	8 5 48 5	**39 3**	15,28	04	8 5 48 5063	+ 0,0063
1705	12 55 5	**36 1**	14,05	58,90	12 55 5009	+ 0,0009
2130	20 2 5	**35 3**	13,75	91	20 2 4950	— 0,0050
2557	27 11 5	**30 5**	11,85	93	27 11 4981	— 0,0019
2984	34 20 5	**28 3**	11,00	94	34 20 5007	+ 0,0007
3410	41 28 5	**26 1**	10,15	96	41 28 4985	— 0,0015
3837	48 37 5	**24 8**	9,63	97	48 37 5007	+ 0,0007

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	40,08 R	57,73°	57,4°	Gemessene Länge	1000,6298 mm
Ende	37,71	58,4	58,4	Korr. für 57,99°	+ 0,3909
Mittel	38,90	58,07	57,9	Entfernung der Messerschneiden	1001,0207

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00468463 U. Z. = 1,00468756 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,2000 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1740	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0207	
	1,0053 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 5a. 1863. October 10.

$6^h\ 0^m$ Barom. 29,895 inches Therm. am Barom. 56,95
8 43 „ 29,914 „ „ 58,75

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00494608	Fehler
0	$6^h\ 27'\ 31''\ 5$	**73' 4**	28,55	57,79	$6^h\ 27'\ 31''\ 5036$	+ 0,0036
402	34 15 5	**65 5**	25,48	86	34 15 4998	— 0,0002
805	41 0 5	**58 3**	22,70	57,92	41 0 4990	— 0,0010
1208	47 45 5	**52 7**	20,50	57,99	47 45 4967	— 0,0033
1612	54 31 5	**46 2**	17,95	58,05	54 31 4980	— 0,0020
2016	7 1 16 5	**41 6**	16,18	12	7 1 16 4984	— 0,0016
2421	8 3 5	**36 7**	14,28	15	8 3 5030	+ 0,0030
2825	14 49 5	**33 3**	12,95	18	14 49 5021	+ 0,0021
3229	21 35 5	**29 8**	11,60	21	21 35 5007	+ 0,0007
3633	28 21 5	**26 6**	10,35	24	28 21 4990	— 0,0010

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	39,4 R	58,4°	58,33°
Ende	39,53	58,17	58,23
Mittel	39,46	58,28	58,28

Gemessene Länge 1000,6389 mm
Korr. für 58,28° + 0,3938
Entfernung der Messerschneiden 1001,0327

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00494608 U. Z. = 1,00493651 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6968 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2525	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0327	
	1,4116 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 5c'. 1863. October 10.

$6^h\ 0^m$ Barom. 29,895 inches Therm. am Barom. 56,95
8 43 „ 29,914 „ „ 58,75

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00495522	Fehler
0	$7^h\ 41'\ 23''\ 0$	**64' 1**	24,95	58,62	$7^h\ 41'\ 22''\ 9978$	— 0,0022
402,5	48 7 5	**58 1**	22,58	63	48 7 4994	— 0,0006
805,5	54 52 5	**51 7**	20,10	63	54 52 5021	+ 0,0021
1208,5	8 1 37 5	**46 5**	18,08	64	8 1 37 5034	+ 0,0034
1610,5	8 21 5	**41 2**	16,03	65	8 21 4987	— 0,0013
2014,5	15 7 5	**37 2**	14,45	65	15 7 5031	+ 0,0031
2416,5	21 51 5	**33 0**	12,85	66	21 51 4969	— 0,0031
2819,5	28 36 5	**29 6**	11,50	66	28 36 4952	— 0,0048
3224,5	35 33 5	**26 9**	10,45	67	35 33 5030	+ 0,0030
3627,5	42 8 5	**24 3**	9,45	67	42 8 5005	+ 0,0005

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	39,4 R	58,4°	58,33°
Ende	39,53	58,17	58,23
Mittel	39,46	58,28	58,28

Gemessene Länge 1000,6389 mm
Korr. für 58,28° + 0,3938
Entfernung der Messerschneiden 1001,0327

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00495522 U. Z. = 1,00494565 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,7153 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2525	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0327	
	1,4301 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 7a. 1863. October 11.

$6^h\ 10^m$ Barom. 29,831 inches Therm. am Barom. 56,75
8 58 „ 29,880 „ „ 59,1

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur			Rechnung 1,00468659		Fehler
0	6^h 34′	40″ 5	63′ 0	24,50	57,19	6^h 34′	40″ 5017	+ 0,0017
425	41	47 5	57 9	22,53	31	41	47 4991	— 0,0009
851	48	55 5	53 1	20,65	43	48	55 4997	— 0,0003
1277	56	3 5	49 2	19,13	54	56	3 4994	— 0,0006
1704	7 3	12 5	45 2	17,60	66	7 3	12 5031	+ 0,0031
2129	10	19 5	43 1	16,75	78	10	19 4969	— 0,0031
2556	17	28 5	38 4	14,95	91	17	28 4999	— 0,0001
2982	24	36 5	35 7	13,88	58,03	24	36 4978	— 0,0022
3409	31	45 5	33 1	12,85	15	31	45 5002	± 0,0000
3836	38	54 5	30 5	11,85	28	38	54 5024	+ 0,0024

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	39,55 R	57,83°	57,50°
Ende	39,88	58,47	58,13
Mittel	39,71	58,15	57,81

Gemessene Länge 1000,6430 mm
Korr. für 57,98° + 0,3908
Entfernung der Messerschneiden 1001,0338

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00468659 U. Z. = 1,00467158 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1681 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1735	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0338	
	0,9608 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 5c. 1863. October 11.

$6^h\ 10^m$ Barom. 29,831 inches Therm. am Barom. 56,75
8 58 „ 29,880 „ „ 59,10

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur			Rechnung 1,00467878		Fehler
0	7^h 53′	27″ 5	63′ 5	24,70	59,40	7^h 53′	27″ 5022	+ 0,0022
426	8 0	35 5	58 2	22,65	35	8 0	35 5051	+ 0,0051
851	7	42 5	53 2	20,68	30	7	42 5018	+ 0,0018
1276	14	49 5	49 2	19,15	25	14	49 4951	— 0,0049
1702	21	57 5	45 3	17,63	20	21	57 4942	— 0,0058
2129	29	6 5	41 5	16,13	15	29	6 4972	— 0,0028
2556	36	15 5	38 6	15,03	16	36	15 4995	— 0,0005
2983	43	24 5	35 6	13,85	17	43	24 5013	+ 0,0013
3409	50	32 5	33 3	12,95	17	50	32 4980	— 0,0020
3837,5	57	43 0	30 5	11,85	18	57	43 5061	+ 0,0061

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	39,55 R	57,83°	57,50°
Ende	39,88	58,47	58,13
Mittel	39,71	58,15	57,81

Gemessene Länge 1000,6430 mm
Korr. für 57,98° + 0,3908
Entfernung der Messerschneiden 1001,0338

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467878 U. Z. = 1,00466377 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1524 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,1735	— 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0338	
	0,9451 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 6 b'. 1863. October 12.

$6^h\ 5^m$ Barom. 29,609 inches Therm. am Barom. 56,8
8 46 „ 29,613 „ „ 59,4

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492040	Fehler
0	$6^h\ 31'\ 9''\ 5$	**67'7**	26,35	58,02	$6^h\ 31'\ 9''\ 4982$	— 0,0018
405	37 56 5	**61 1**	23,78	04	37 56 4995	— 0,0005
812	44 45 5	**54 3**	21,13	06	44 45 5089	+ 0,0089
1215	51 30 5	**48 7**	18,95	08	51 30 4971	— 0,0029
1621	58 18 5	**42 7**	16,58	10	58 18 4990	— 0,0010
2026	7 5 5 5	**38 8**	15,08	12	7 5 5 4950	— 0,0050
2433	11 54 5	**34 8**	13,53	18	11 54 5005	+ 0,0005
2839	18 42 5	**31 2**	12,15	21	18 42 5004	+ 0,0004
3245	25 30 5	**27 9**	10,85	29	25 30 5000	+ 0,0000
3651,5	32 19 0	**25 4**	9,88	34	32 19 5018	+ 0,0018

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	38,88 R	57,88°	57,65°	Gemessene Länge	1000,6243 mm
Ende	38,23	57,9	57,67	Korr. für 57,77°	+ 0,3887
Mittel	38,56	57,89	57,66	Entfernung der Messerschneiden	1001,0130

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492040 U. Z. = 1,00491554 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6647 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2499	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0130	
	1,4018 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 5 a'. 1863. October 12.

$6^h\ 5^m$ Barom. 29,609 inches Therm. am Barom. 56,8
8 46 „ 29,603 „ „ 59,4

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492277	Fehler
0	$7^h\ 43'\ 58''\ 5$	**65'5**	25,48	58,89	$7^h\ 43'\ 58''\ 5006$	+ 0,0006
404	50 44 5	**58 2**	22,65	86	50 44 4989	— 0,0011
809	57 31 5	**51 3**	19,95	83	57 31 5003	+ 0,0003
1214	8 4 18 5	**45 9**	17,85	80	8 4 18 5004	+ 0,0004
1619	11 5 5	**40 7**	15,85	77	11 5 4993	— 0,0007
2025	17 53 5	**36 5**	14,18	74	17 53 5022	+ 0,0022
2430	24 40 5	**32 8**	12,75	79	24 40 4995	— 0,0005
2836	31 28 5	**28 9**	11,25	84	31 28 4965	— 0,0035
3243	38 17 5	**26 3**	10,25	89	38 17 5031	+ 0,0031
3648	45 4 5	**23 9**	9,30	93	45 4 4995	— 0,0005

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.		
Anfang	38,88 R	57,88°	57,65°	Gemessene Länge	1001,6243 mm
Ende	38,23	57,9	57,67	Korr. für 57,77°	+ 0,3887
Mittel	38,56	57,89	57,66	Entfernung der Messerschneiden	1001,0130

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492277 U. Z. = 1,00491791 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6600 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2499	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0130	
	1,3971 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 7b'. 1863. October 13.

$6^h\ 8^m$ Barom. 29,835 inches Therm. am Barom. 56,1
8 48 „ 29,885 „ „ 58,0

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492403	Fehler
0	$6^h\ 35'\ 50''\ 5$	66'8	26,00	56,55	$6^h\ 35'\ 50''\ 5020$	+ 0,0020
404	42 36 5	60 5	23,55	69	42 36 4988	— 0,0012
809	49 23 5	53 5	20,83	84	49 23 4991	— 0,0009
1214	56 10 5	47 8	18,58	98	56 10 4982	— 0,0018
1620	7 2 58 5	42 7	16,60	57,12	7 2 58 5014	+ 0,0014
2025	9 45 5	38 6	15,00	17	9 45 4990	— 0,0010
2431	16 33 5	34 7	13,48	22	16 33 5010	+ 0,0010
2837	23 21 5	30 8	11,98	27	23 21 5025	+ 0,0025
3242	30 8 5	28 0	10,88	31	30 8 4987	— 0,0013
3648	36 56 5	24 9	9,68	36	36 56 4996	— 0,0004

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,64 R	56,9°	56,7°
Ende	39,28	56,75	56,8
Mittel	38,46	56,83	56,75

Gemessene Länge 1000,6227 mm
Korr. für 56,79° + 0,3787
Entfernung der Messerschneiden 1001,0014

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492403 U. Z. = 1,00491540 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6647 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2525	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0014	
	1,4108 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 6a'. 1863. October 13.

$6^h\ 8^m$ Barom. 29,835 inches Therm. am Barom. 56,1
8 48 „ 29,885 „ „ 58,0

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00492037	Fehler
0	$7^h\ 45'\ 12''\ 5$	67'9	26,40	58,55	$7^h\ 45'\ 12''\ 5002$	+ 0,0002
404	51 58 5	60 8	23,65	41	51 58 4995	— 0,0005
809	58 45 5	53 3	20,75	27	58 45 5015	+ 0,0015
1214	8 5 32 5	47 8	18,58	13	8 5 32 5017	+ 0,0017
1619	12 19 5	42 4	16,50	57,99	12 19 5006	+ 0,0006
2023	19 5 5	38 2	14,85	85	19 5 4932	— 0,0068
2430	25 54 5	34 1	13,25	94	25 54 5001	+ 0,0001
2836	32 42 5	30 7	11,95	58,03	32 42 5016	+ 0,0016
3242	39 30 5	27 5	10,68	12	39 30 5028	+ 0,0028
3647	46 17 5	24 6	9,55	21	46 17 4989	— 0,0011

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,64 R	56,9°	56,7°
Ende	39,28	56,75	56,8
Mittel	38,46	56,83	56,75

Gemessene Länge 1000,6227 mm
Korr. für 56,79° + 0,3787
Entfernung der Messerschneiden 1001,0014

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00492037 U. Z. = 1,00491174 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6473 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2525	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0014	
	1,3934 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 8a. 1863. October 14.

$6^h\ 8^m$ Barom. 29,933 inches Therm. am Barom. 56,75
8 54 „ 29,966 „ „ 58,55

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467064	Fehler
0	$1^h\ 34'\ 34''\ 5$	72' 0	28,00	58,04	$6^h\ 34'\ 34''\ 4944$	− 0,0056
426	41 42 5	66 1	25,73	57,95	41 42 5012	+ 0,0012
853	48 51 5	61 6	23,95	86	48 51 5040	+ 0,0040
1279,5	56 0 0	56 1	21,83	77	56 0 0030	+ 0,0030
1706,5	7 3 9 0	51 7	20,10	68	7 3 9 0027	+ 0,0027
2133	10 18 5	47 5	18,48	78	10 18 4993	− 0,0007
2560	17 27 5	43 6	16,95	88	17 27 4973	− 0,0027
2987	24 36 5	40 3	15,68	97	24 36 4951	− 0,0049
3416	31 47 5	37 1	14,43	58,07	31 47 5018	+ 0,0018
3843,5	38 57 0	33 9	13,20	17	38 57 0010	+ 0,0010

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	38,55 R	57,83°	57,55°
Ende	38,36	57,68	57,58
Mittel	38,46	57,76	57,57

Gemessene Länge 1000,6227 mm
Korr. für 57,66° + 0,3876
Entfernung der Messerschneiden 1001,0103

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467064 U. Z. = 1,00466285 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1510 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	− 0,1741	− 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0103	
	0,9666 mm	+ 1,0092 mm ε

Versuch 6c. 1863. October 14.

$6^h\ 8^m$ Barom. 29,933 inches Therm. am Barom. 56,75
8 54 „ 29,966 „ „ 58,55

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00466887	Fehler
0	$7^h\ 48'\ 0''\ 5$	70' 8	27,55	58,95	$7^h\ 48'\ 0''\ 4942$	− 0,0058
427	55 9 5	64 5	25,10	90	55 9 4998	− 0,0002
1278	8 9 24 5	55 0	21,38	83	8 9 24 5049	+ 0,0049
1704	16 32 5	51 2	19,90	80	16 32 5015	+ 0,0015
2131	23 41 5	47 3	18,40	77	23 41 5017	+ 0,0017
2558	30 50 5	43 1	16,78	75	30 50 5011	+ 0,0011
2986	38 0 5	39 5	15,38	73	38 0 5043	+ 0,0043
3411	45 7 5	36 6	14,25	71	45 7 4929	− 0,0071
3840	52 18 5	33 5	13,05	69	52 18 4998	− 0,0002

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	38,55 R	57,83°	57,55°
Ende	38,36	57,68	57,58
Mittel	38,46	57,76	57,57

Gemessene Länge 1000,6227 mm
Korr. für 57,66° + 0,3876
Entfernung der Messerschneiden 1001,0103

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00466887 U. Z. = 1,00466108 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1473 mm	+ 1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	− 0,1741	− 0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0012	
	0,9629 mm	+ 1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 5a. 1863. October 15.

$6^h\ 35^m$ Barom. 29,829 inches Therm. am Barom. 57,2
9 24 „ 29,862 „ „ 59,1

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00466993	Fehler
0	$7^h\ 5'\ 5''5$	69'0	26,85	58,52	$7^h\ 5'\ 5''5017$	+0,0017
426	12 13 5	64 1	24,93	50	12 13 4996	−0,0004
852	19 21 5	58 9	22,90	48	19 21 4960	−0,0040
1280	26 31 5	54 4	21,15	47	26 31 5005	+0,0005
1707	33 40 5	50 0	19,45	45	33 40 4994	−0,0006
2135	40 50 5	46 1	17,93	43	40 50 5018	+0,0018
2562	47 59 5	42 0	16,33	52	47 59 4987	−0,0013
2990	55 9 5	38 9	15,15	61	55 9 4999	−0,0001
3418	8 2 19 5	36 0	14,00	70	8 2 19 5007	+0,0007
3846	9 29 5	33 1	12,88	79	9 29 5012	+0,0012

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,26 R	58,73°	58,33°
Ende	38,28	58,67	58,83
Mittel	37,77	58,70	58,58

Gemessene Länge 1000,6115 mm
Korr. für 58,64° +0,3974
Entfernung der Messerschneiden 1001,0089

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00466993 U. Z. = 1,00461909 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1630 mm	+1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	−0,1736	−0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0089	
	0,9805 mm	+1,0092 mm ε

Versuch 8b. 1863. October 15.

$6^h\ 35^m$ Barom. 29,829 inches Therm. am Barom. 57,2
9 24 „ 29,862 „ „ 59,1

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur		Rechnung 1,00467739	Fehler
0	$8^h\ 17'\ 53''5$	53'3	21,53	59,41	$8^h\ 17'\ 53''4959$	−0,0041
427	25 2 5	51 1	19,88	26	25 2 4999	−0,0001
854	32 11 5	46 9	18,25	12	32 11 5026	+0,0026
1280,5	39 20 0	43 4	16,88	58,98	39 20 0018	+0,0018
1707,5	46 29 0	39 3	15,30	84	46 29 0024	+0,0024
2134,5	53 38 0	36 8	14,30	70	53 38 0021	+0,0021
2461	9 0 47 5	34 5	13,43	55	9 0 47 4986	−0,0014
2888	7 56 5	31 9	12,40	41	7 56 4969	−0,0031
3316	15 6 5	30 0	11,68	27	15 6 4991	−0,0009
3744	22 16 5	27 1	10,53	13	22 16 5008	+0,0008

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	37,26 R	58,73°	58,33°
Ende	38.28	58,67	58,83
Mittel	37,77	58,70	58,58

Gemessene Länge 1000,6115 mm
Korr. für 58,64° +0,3974
Entfernung der Messerschneiden 1001,0089

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00467739 U. Z. = 1,00467655 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,1783 mm	+1,0094 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	−0,1736	−0,0002
Entfernung der Messerschneiden	1001,0087	
	0,9958 mm	+1,0092 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuch 7a'. 1863. October 16.

$6^h\ 32^m$ Barom. 29,748 inches Therm. am Barom. 59,75
9 4 „ 29,737 „ „ 60,25

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur			Rechnung 1,00493230	Fehler
0	6^h 50′ 56″ 5	65′ 2	25,38	59,07		6^h 50′ 56″ 5005	+ 0,0005
404	57 42 5	57 8	22,48	13		57 42 4991	— 0,0009
807	7 4 27 5	51 4	20,00	18		7 4 27 4911	— 0,0089
1212	11 14 5	45 7	17,78	24		11 14 5119	+ 0,0119
1613	17 57 5	41 0	15,95	29		17 57 4919	— 0,0081
2021	24 47 5	36 6	14,25	35		24 47 5058	+ 0,0058
2426	31 34 5	33 3	12,95	41		31 34 5043	+ 0,0043
2831	38 21 5	29 4	11,45	46		38 21 5025	+ 0,0025
3235	45 7 5	26 5	10,30	52		45 7 4954	— 0,0046
3641	51 55 5	24 3	9,45	57		51 55 4980	— 0,0020

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	36,75 R	59,1°	58,83°
Ende	38,33	59,85	59,60
Mittel	37,54	59,48	59,22

Gemessene Länge 1000,6078 mm
Korr. für 59,35° + 0,4049
Entfernung der Messerschneiden 1001,0127

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00493230 U. Z. = 1,00493760 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,6986 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2500	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0127	
	1,4359 mm	+ 1,0096 mm ε

Versuch 6c'. 1863. October 16.

$6^h\ 32^m$ Barom. 29,748 inches Therm. am Barom. 59,75
9 4 „ 29,737 „ „ 60,25

	Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und mittlere Temperatur			Rechnung 1,00494207	Fehler
0	8^h 1′ 21″ 5	59′ 1	23,00	60,40		8^h 1′ 21″ 4981	— 0,0019
404	8 7 5	53 3	20,73	34		8 7 5018	+ 0,0018
807	14 52 5	47 9	18,63	29		14 52 4993	— 0,0007
1211	21 38 5	42 0	16,35	23		21 38 5001	+ 0,0001
1615	28 24 5	38 6	15 00	18		28 24 5000	+ 0,0000
2019	35 10 5	33 9	13,18	12		35 10 4994	— 0,0006
2424	41 57 5	30 7	11,95	13		41 57 5020	+ 0,0020
2828	48 43 5	27 8	10,80	13		48 43 5003	+ 0,0003
3233	55 30 5	24 9	9,70	14		55 30 5032	+ 0,0032
3636	9 2 15 5	22 6	8,80	14		9 2 15 4957	— 0,0043

Messung der Länge des Pendels.

	Mikrometerschraube	D.	E.
Anfang	36,75 R	59,1°	58,83°
Ende	38,33	59,85	59,60
Mittel	37,54	59,48	59,22

Gemessene Länge 1000,6078 mm
Korr. für 59,35° + 0,4049
Entfernung der Messerschneiden 1001,0127

Beobachtete Schwingungszeit = 1,00494207 U. Z. = 1,00494737 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1002,7185 mm	+ 1,0099 mm ε
Reduktion auf den leeren Raum	— 0,2500	— 0,0003
Entfernung der Messerschneiden	1001,0127	
	1,4558 mm	+ 1,0096 mm ε

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

II. Vergleichungen der Uhr, welche zu den Koinzidenzen benutzt wurde, mit den Uhren des Observatoriums in Melbourne.

Wie schon im Laufe der vorstehenden Abhandlung mitgetheilt, wurde die zu den Koinzidenzen benützte Uhr mittelst elektrischem Signale mit der Zeit auf der Sternwarte nach den dortigen Uhren verglichen. Wie schon aus den unten folgenden Original-Vergleichungen hervorgeht, zeigte sich Vergleichungs- und Koinzidenzuhr als durchaus zuverlässig.

Es ist nun zu erwähnen, dass aus den vorliegenden Vergleichungen für jede Beobachtungsreihe der mittlere stündliche Gang der Uhr, der zur Mitte der Koinzidenzreihe gehört, aus drei Uhrständen abgeleitet wurde, von denen die beiden äusseren die Beobachtungsreihe zunächst einschliessen.

Ist der stündliche Gang bestimmt, so ist die wegen des Ganges der Uhr verbesserte Schwingungszeit, wenn wir die unverbesserte mit t', den stündlichen Gang der Uhr mit a bezeichnen:

$$t = t' + \frac{a}{3600} t' = t' \left[1 + \frac{a}{3600} \cdot \right].$$

Vom Juli 23. bis September 1. ist der Gang der Uhr gleich 0 angenommen worden. Im Uebrigen ist zum Verständniss der nachfolgenden Tabellen nichts zu bemerken.

Vergleichung der Uhr im Pendelzimmer mit mittlerer Zeit des Observatoriums Melbourne.

Datum	Uhrzeit	Stand: Uhrkorrection	Datum	Uhrzeit	Stand: Uhrkorrection
1863	h	sec.	1863	h	sec.
August 31.	1 p. m.	— 3,15	September 9.	5 p. m.	— 2,99
September 1.	1 „	— 3,05	„ 9.	8 „	— 3,45
„ 1.	5 „	— 3,06	„ 10.	1 „	— 3,49
„ 1.	8 „	— 3,15	„ 11.	9 a. m.	— 3,45
„ 2.	1 „	— 3,24	„ 11.	8 p. m.	— 3,12
„ 2.	5 „	— 3,21	„ 12.	1 „	— 3,04
„ 2.	8 „	— 3,16	„ 12.	3 „	— 2,84
„ 3.	1 „	— 3,30	„ 13.	9 a. m.	— 2,97
„ 4.	1 „	— 3,66	„ 14.	1 p. m.	— 3,01
„ 4.	5 „	— 3,70	„ 15.	9 a. m.	— 2,87
„ 4.	8 „	— 3,68	„ 15.	1 p. m.	— 2,54
„ 5.	1 „	— 3,26	„ 15.	7 „	— 2,48
„ 5.	5 „	— 3,04	„ 16.	1 „	— 2,39
„ 5.	8 „	— 3,22	„ 16.	5 „	— 2,51
„ 7.	9 a. m.	— 3,27	„ 16.	8 „	— 2,65
„ 7.	1 p. m.	— 3,20	„ 17.	1 „	— 2,51
„ 7.	5 „	— 3,30	„ 17.	5 „	— 2,44
„ 7.	8 „	— 3,30	„ 18.	9 a. m.	— 2,34
„ 8.	1 „	— 3,15	„ 18.	1 p. m.	— 2,26
„ 9.	9 a. m.	— 3,22	„ 18.	8 „	— 2,13
„ 9.	1 p. m.	— 3,08	„ 19.	9 a. m.	— 1,89

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Datum	Uhrzeit	Stand: Uhrkorrection	Datum	Uhrzeit	Stand: Uhrkorrection
1863	h	sec.	1863	h	sec.
September 19.	3 p. m.	— 1,95	October 5.	1 p. m.	— 1,22
„ 19.	8 „	— 2,55	„ 6.	1 p. m.	— 1,25
„ 20.	3 „	— 1,55	„ 7.	9 a. m.	— 1,34
„ 21.	1 „	— 1,25			
„ 21.	5 „	— 1,22	Die Uhr ist nicht aufgezogen, und Nachmittags stehen geblieben.		
„ 22.	1 „	— 1,05			
„ 22.	5 „	— 1,22			
„ 22.	8 „	— 1,36	October 7.	1 p. m.	+ 19,52
„ 23.	1 „	— 1,60	„ 7.	7 „	+ 19,54
„ 23.	5 „	— 1,58	„ 7.	8 „	+ 19,55
„ 23.	8 „	— 1,23	„ 8.	5 „	+ 19,26
„ 24.	1 „	— 1,29	„ 8.	8 „	+ 19,35
„ 24.	5 „	— 1,21	„ 9.	1 „	+ 19,36
„ 25.	1 „	— 1,37	„ 9.	8 „	+ 19,53
„ 26.	1 „	— 1,10	„ 10.	1 „	+ 19,05
„ 28.	1 „	— 1,42	„ 10.	8 „	+ 18,79
„ 28.	5 „	— 1,50	„ 11.	8 „	+ 17,56
„ 28.	8 „	— 1,59	„ 12.	1 „	+ 16,59
„ 29.	1 „	— 1,52	„ 12.	5 „	+ 16,17
„ 29.	8 „	— 1,39	„ 12.	8 „	+ 16,11
„ 30.	1 „	— 1,57	„ 13.	1 „	+ 16,14
„ 30.	5 „	— 1,40	„ 13.	8 „	+ 15,91
„ 30.	8 „	— 1,42	„ 14.	1 „	+ 15,49
Oktober 1.	1 „	— 1,54	„ 14.	5 „	+ 15,48
„ 1.	5 „	— 1.52	„ 14.	8 „	+ 15,39
„ 2.	1 „	— 1,49	„ 15.	1 „	+ 15,19
„ 2.	5 „	— 1,59	„ 15.	5 „	+ 15,11
„ 3.	1 „	— 1,15	„ 15.	9 „	+ 15,10
„ 3.	3 „	— 1,11	„ 16.	1 „	+ 14,99
„ 4.	9 a. m.	— 1,25	„ 16.	8,6 „	+ 15,17
„ 4.	8 p. m.	— 1,29	„ 17.	1,3 „	+ 15,22

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ergänzungen und Berichtigungen.

Wenn an dem Kopf der Tabellen die Bezeichnung „Versuch" a, a', b, b', c, c', d, d', angewandt wird, so beziehen sich die Buchstaben auf die in den Tabellen des Paragraphen XXII Seite 514 dieser Abhandlung, wo die Bedeutung der Buchstaben in Bezug auf die jeweilige Lage des Reversions-Pendels erklärt ist; beispielsweise ist a der Versuch, wenn das leichte Gewicht (A) am Ende der Pendelstange I schwingt und zwar oberhalb des Schwerpunktes mit der Firmabezeichnung nach aussen: (dem Beobachter zugewendet), a' wenn das schwere Gewicht (B) an dem Ende der Pendelstange I und zwar oberhalb des Schwerpunktes mit der Firmabezeichnung nach aussen schwingt und so fort. Die vor den Buchstaben stehenden Zahlen beziehen sich auf die Anzahl der Serien.

Zu Seite 486. Es wird die Höhe des untern Arms des Normal-Heber-Barometers in dem Pendel-Beobachtungszimmer angegeben zu 17,31 m über dem mittleren Niveau des Meeres, und da dieser Arm ungefähr 1 m unter dem Achatlager, worauf das Pendel schwingt, liegt, so wird die Lage des Achatlagers rund 18 m über dem mittleren Niveau des Meeres angegeben.

Ergänzung der Fussnote [2]) zum Vorwort Seite 482: Beschreibung eines Apparates, um den Abstand der Schneiden bei einem Reversions-Pendel zu messen. Von Herrn Simon Stampfer, Professor der praktischen Geometrie am k. k. polytechnischen Institut in Wien. Annalen der Wiener Sternwarte. Band XV.

Die Tafeln der Abhandlung.

Tafel 1 . . . Innere Ansicht des Pendelzimmers in Montpellier-Parade-Melbourne.
Tafel 2 . . . Grundplan des Pendelzimmers in Montpellier-Parade-Melbourne.
Tafel 3 . . . Das Reversions-Pendel mit allen Einzelheiten nach Neumayer-Lohmeier (Bessel's Vorschlag).
Tafel 4 . . . Der Vertikal-Komparator von H. Schreiber in Melbourne nach Neumayer's Angabe.
Tafel 5 . . . Die geolog. Karte der Station in Melbourne mit den Stationen der magnet. Aufnahme.

7 Textfiguren.

I. Fundirung und Aufstellung der Pendeluhr.
II. Fundirung und Anordnung der Pendelaufstellung mit Komparator.
III. Cederplatte mit Einmauerung, worauf das Pendel schwingt.
IV. Figur zur Erklärung der Bestimmung der mittleren Temperatur des Pendels.
V. Zeichnung zur Berechnung des specifischen Gewichtes einzelner Theile der Pendelstange.
VI. Zeichnung zur Berechnung des specifischen Gewichtes einzelner Theile der Pendelstange.
VII. Figur zur Erklärung der Reduktion der wirklichen Schwingungsweite.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort 481

I. Allgemeine Beschreibung eines Apparates zur Bestimmung der Länge des Sekunden-Pendels in Melbourne 485

II. Herrichtung des Zimmers zur Aufnahme des Apparates 486

III. Die Pendeluhr und deren Aufstellung 487

IV. Allgemeine Beschreibung des Reversions-Pendels 488

V. Aufstellung des Pendels 490

VI. Der Vertikal-Komparator 493

VII. Das Messen der Pendellänge und die Vergleichung derselben mit dem Maassstab . . 494

VIII. Der Maassstab und die vorläufigen Ergebnisse der Vergleichungen desselben . . . 495

IX. Das Reversions-Pendel im Einzelnen beleuchtet. Allgemeine Konstruktion und Dimensionen. Ausdehnungs-Koefficient 497

X. Bestimmung der mittleren Temperatur des Pendels 498

XI. Bestimmung der Dimensionen, Volumina und Gewichte der einzelnen Theile des Pendels 499

XII. Bestimmung des specifischen Gewichtes der einzelnen Theile des Pendels . . . 501

XIII. Gang der Uhr im Pendelzimmer gegen mittlere Zeit 503

XIV. Ableitung der Schwingungszeit aus den Beobachtungen 503

XV. Entfernung der Messerschneiden 506

XVI. Weise der Beobachtung der Schwingungsweiten und Reduktion derselben . . . 507

XVII. Die der beobachteten Schwingungszeit entsprechende einfache Länge des Pendels . . 508

XVIII. Dichtigkeit der Luft 509

XIX. Reduktion auf den leeren Raum 510

XX. Ableitung des Werthes von ε und der Pendellänge für Melbourne 510

XXI. Tabellarische Zusammenstellung der Elemente der Berechnung für die einzelnen Beobachtungsreihen und Lagen des Pendels 513

XXII. Die Schluss-Gleichungen 514

XXIII. Die verschiedenen Vergleichungen des Maassstabes (von I—VII) 515

I. Comparison of „Brass Bar“ of Professor Neumayer with the Standard Yard of Great Britain, obtained from the ordonnance Iron Standard Bar No. 4, Melbourne. Eine kritische Prüfung des mit der vorstehenden Maassvergleichung erhaltenen Wertes 515

II. Die Vergleichung bei der kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin im August 1869 515

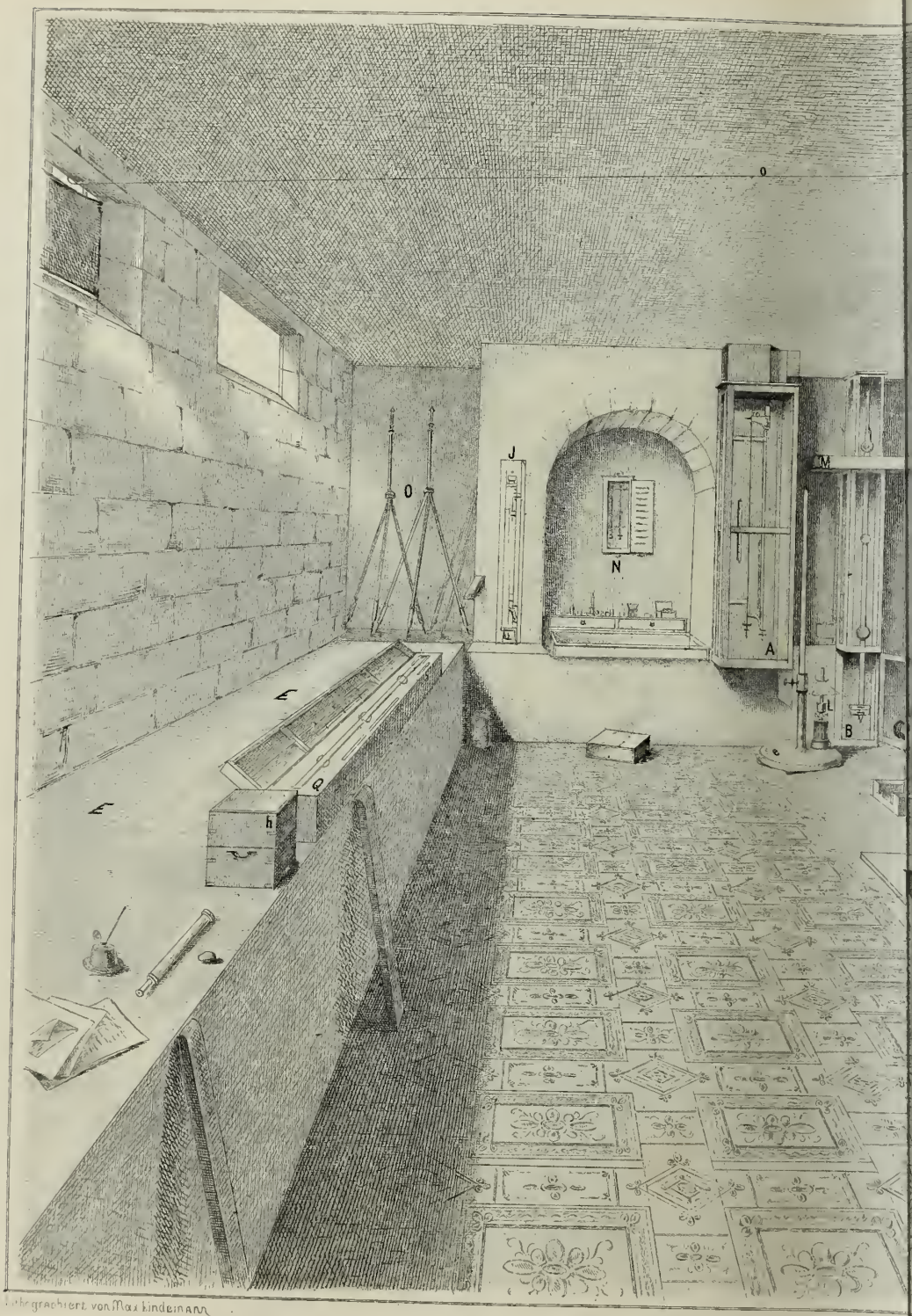
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Seite

III. Die Vergleichung bei der Normal-Aichungs-Kommission in Berlin . . . 516
IV. Die Vergleichung von A. W. Chisholm, Standard Office, Westminster . . 516
V. Eine weitere Vergleichung wurde im Jahre 1872 im Normal-Aichungsamt ausgeführt und zwar von Dr. Baumann 517
VI. Die Vergleichung des Maasstabes bei der Normal-Aichungs-Kommission in Berlin vom Jahre 1880 518
VII. Vergleichung bei der kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin vom Jahre 1896 518
XXIV. Bericht des Herrn Dr. Stadthagen über das Resultat einer Diskussion sämmtlicher Maassstabvergleichungen, welche auf das P.L. eine Beziehung haben . . . 519
XXV. Die an die Pendellänge, wie sie ursprünglich abgeleitet worden war, anzubringende Korrektion 522
XXVI. Ersuchen um ein Gutachten seitens des Herrn Geheimrath Helmert 522
XXVII. Das End-Ergebniss 523
XXVIII. Das Pendel Lohmeier auch als Relativ-Pendel 523
Anhang 525
I. Originalbeobachtungen in extenso 525
II. Gänge der Pendeluhr Sheperd 552

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

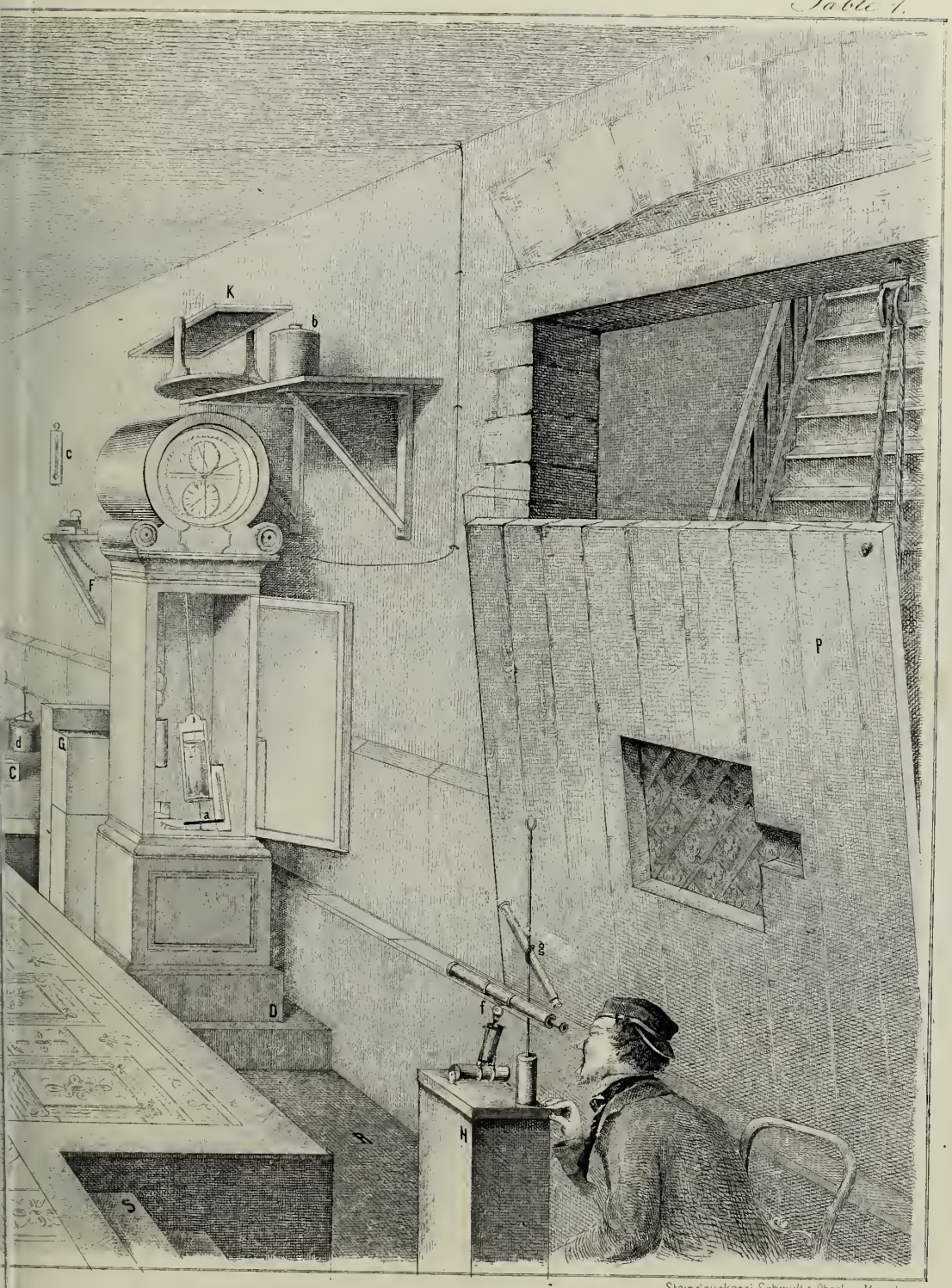


Lithographiert von Max Kindermann

PERSPECTIVE VIEW OF THE PENDULUM -

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Table 1.

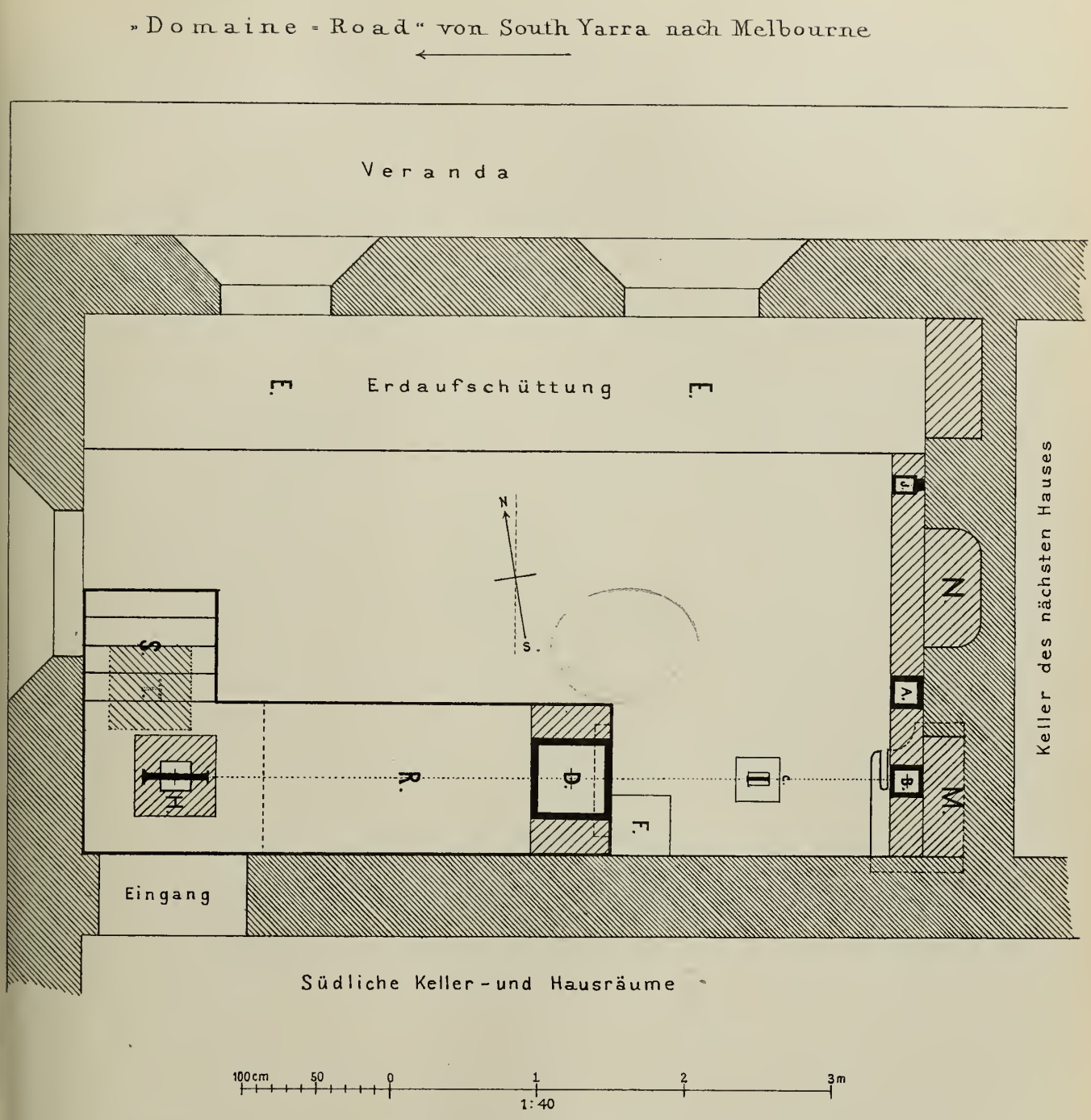


Steindruckerei Schmidt & Oberlies Mannheim

OM AT MONTPELLIER PARADE SOUTH-YARRA.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Zimmer und Aufstellung für den Pendelapparat (Melbourne).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Bundesamt für Eichwesen Library, http://www.hydrographie.org/ www.hydrojezentrum.at

Neumayer's Pendelapparat

Melbourne

TAFEL I

Fig. 1

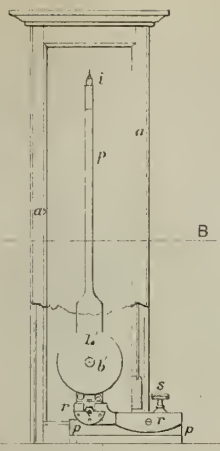
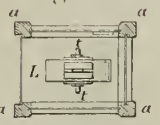
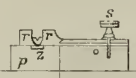


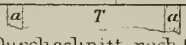
Fig. 2.



Horizontaler Durchschnitt n. AB, Fig. 1 und OP, Fig. 7.

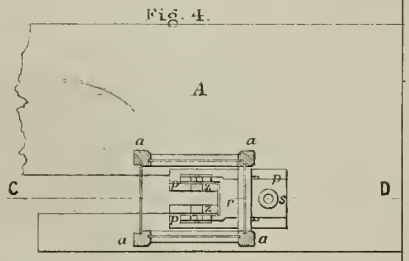
Fig. 3





Vertikaler Durchschnitt nach CD, Fig. 4

Fig. 4.



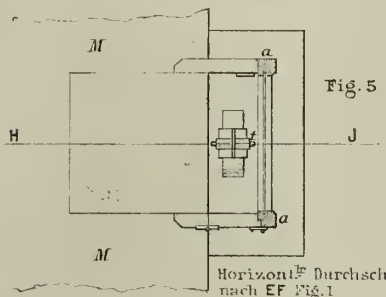
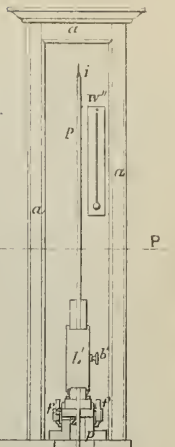
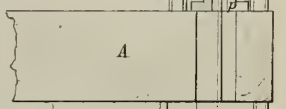


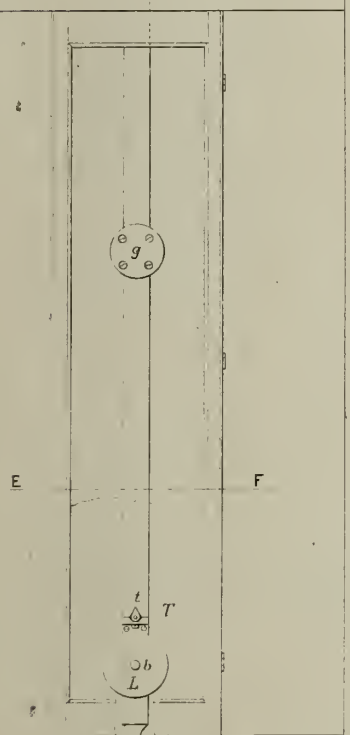
Fig. 5

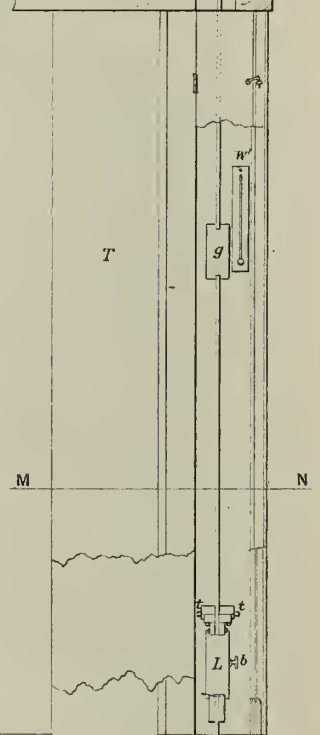
Horizontaler Durchsch. nach EF Fig. 1 und MN, Fig. 7.

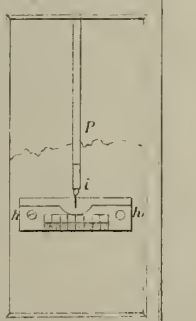
Fig. 7.











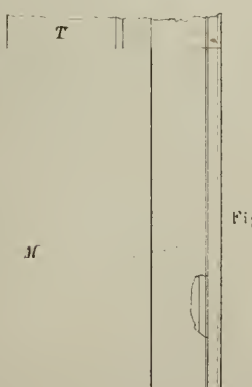
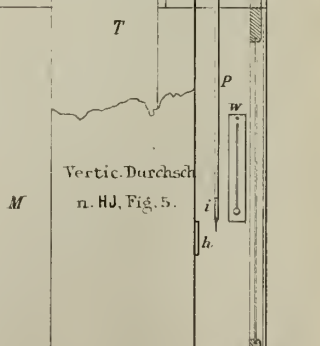


Fig. 6



Vertic. Durchsch. n. HJ, Fig. 5.

Front - Ansicht

Durchschnitt u. Seitenansicht des unteren Glaskastens etc.

Seiten - Ansicht

10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 cm

1/10 der nat. Grösse.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Neumayer's Pendelapparat

Melbourne

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1

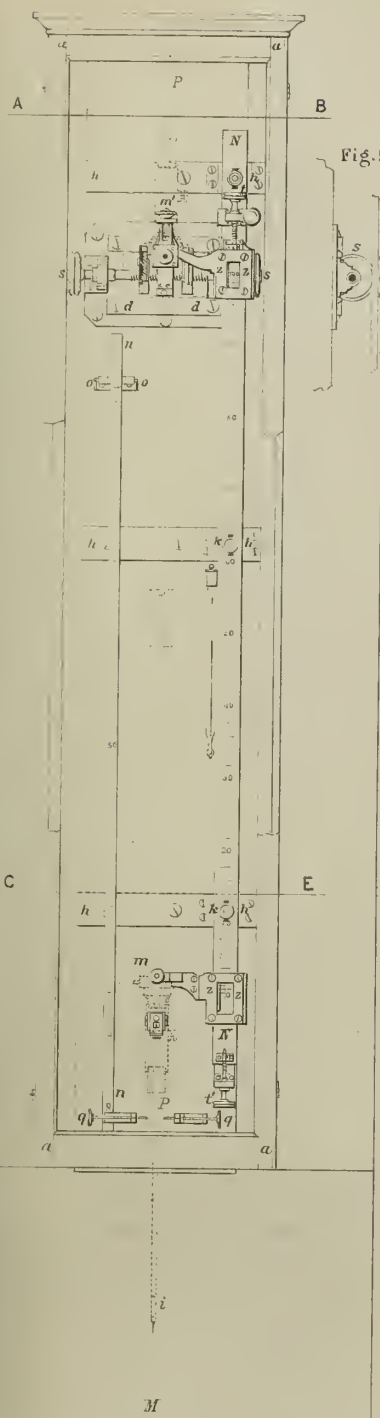


Fig. 5.

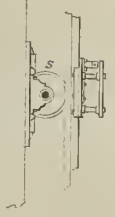


Fig. 6.

Fig. 7

Fig. 8

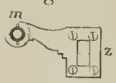


Fig. 9

Fig. 10

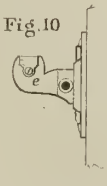
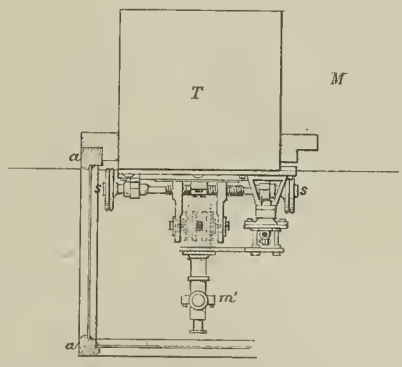
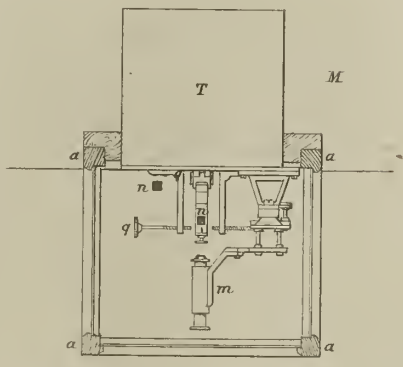


Fig. 3



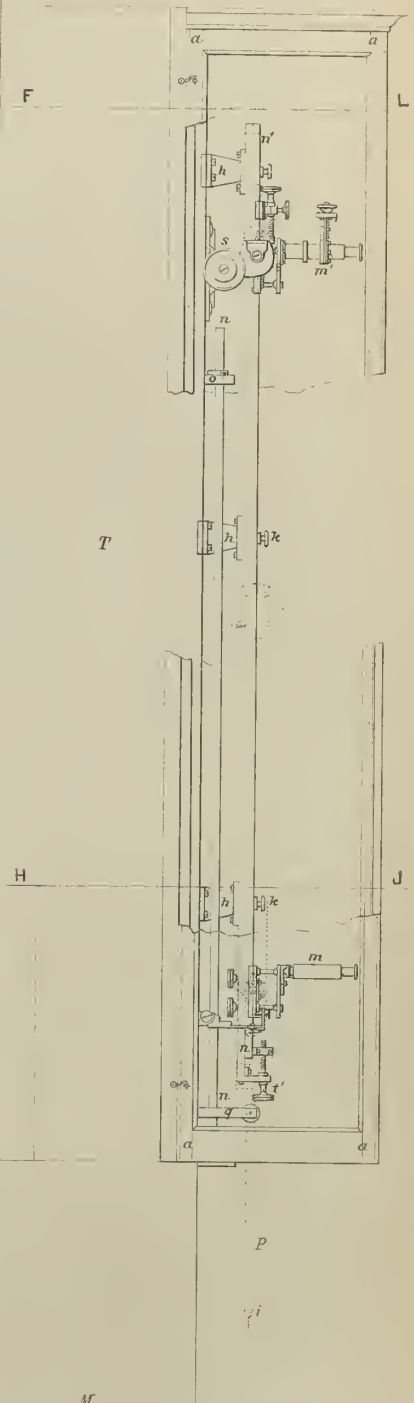
Horizontaler Durchschnitt n. AB u. FL

Fig. 4.



Horizontaler Durchschnitt n. CE u. HJ

Fig. 2.

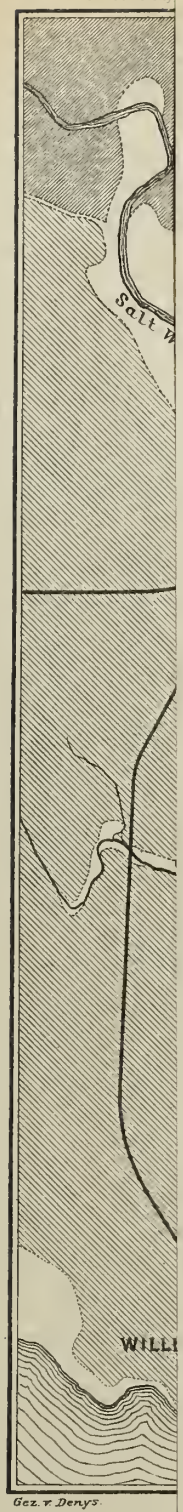


10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 cm

1/10 der nat. Grösse.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

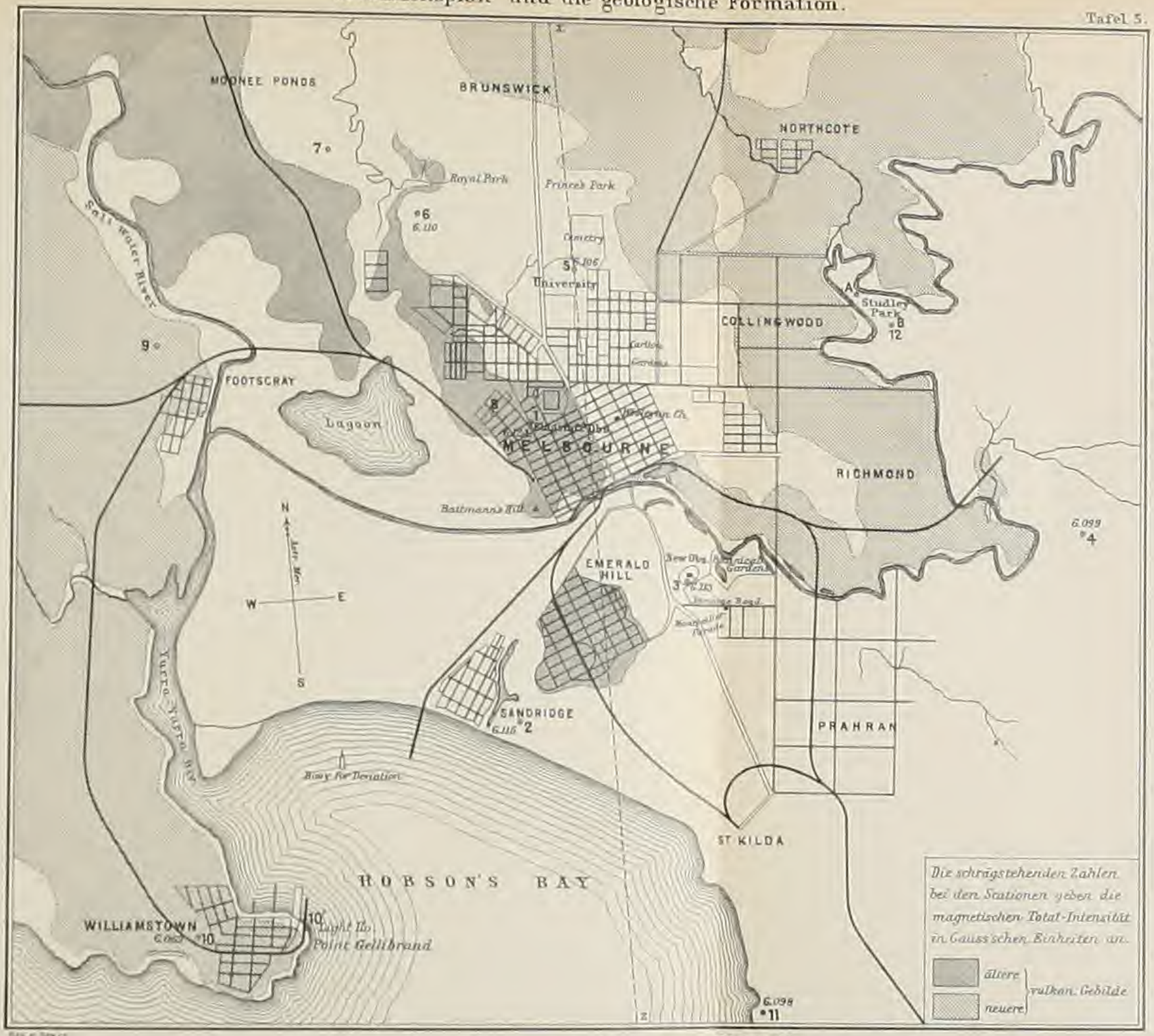
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

MELBOURNE UND UMGEBUNG.

Situationsplan und die geologische Formation.

Tafel 5.