

VERÖFFENTLICHUNG  
DES KÖNIGL. PREUSZISCHEN GEODÄTISCHEN INSTITUTES  
NEUE FOLGE Nr. 71.

---

BESTIMMUNG  
DER  
INTENSITÄT DER SCHWERKRAFT  
AUF 35 STATIONEN  
IN DER NÄHE DES MERIDIANS 9° E. v. G.  
FERNER IN OSTPREUSZEN  
UND  
IN DEN DEUTSCHEN MITTELGEBIRGEN

BEARBEITET  
VON  
PROF. L. HAASEMANN

---

MIT DREI TAFELN

---

BERLIN  
DRUCK VON P. STANKIEWICZ' BUCHDRUCKEREI G. m. b. H.  
1916

G 33. 61

1134

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300325

VERÖFFENTLICHUNG  
DES KÖNIGL. PREUSZISCHEN GEODÄTISCHEN INSTITUTES  
NEUE FOLGE Nr. 71.

---

BESTIMMUNG  
DER  
INTENSITÄT DER SCHWERKRAFT  
AUF 35 STATIONEN  
IN DER NÄHE DES MERIDIANS 9° E. v. G.  
FERNER IN OSTPREUSZEN  
UND  
IN DEN DEUTSCHEN MITTELGEBIRGEN

---

BEARBEITET  
VON  
PROF. L. HAASEMANN

---

MIT DREI TAFELN

---



BERLIN

DRUCK VON P. STANKIEWICZ' BUCHDRUCKEREI G. m. b. H.

1916



III - 606998



~~III 16695~~

Aks. Nr. 4039/50  
BPK-13-142/208

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	V
I. Beobachtungen im Jahre 1910 . . . . .	1
§ 1. Vorbemerkungen . . . . .	1
§ 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen . . . . .	2
§ 3. Bestimmung des Mitschwingens . . . . .	3
§ 4. Die Ableitung der täglichen Gänge der Beobachtungsuhrn RIEFLER Nr. 96 und STRASSER und RONDE Nr. 101 . . . . .	6
§ 5. Neubestimmung der Dichtekonstanten . . . . .	10
§ 6. Neubestimmung der Temperaturkonstanten . . . . .	13
Der neue Heizkasten des Geodätischen Institutes . . . . .	14
Der Temperapparat des Geodätischen Institutes . . . . .	17
Zusammenstellung der ermittelten Temperaturkoeffizienten . . . . .	28
§ 7. Die Pendelbeobachtungen . . . . .	29
Übersicht der Pendelbeobachtungen . . . . .	32
§ 8. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler . . . . .	40
§ 9. Einfluß der Veränderlichkeit der Schwingungszeiten der Pendel auf die Unterschiede <i>Potsdam</i> weniger <i>Außenstation</i> . . . . .	47
§ 10. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperatur- koeffizienten . . . . .	52
§ 11. Die Genauigkeit der Beobachtungen . . . . .	52
II. Beobachtungen im Jahre 1911 . . . . .	54
§ 1. Vorbemerkungen . . . . .	54
§ 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen . . . . .	55
§ 3. Bestimmung des Mitschwingens . . . . .	55
§ 4. Die Ableitung der täglichen Uhrgänge der Beobachtungsuhrn RIEFLER Nr. 96 und STRASSER u. RONDE Nr. 101 . . . . .	57
§ 5. Die Pendelbeobachtungen . . . . .	59
Übersicht der Pendelbeobachtungen . . . . .	60
§ 6. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler . . . . .	66
§ 7. Einfluß der Veränderlichkeit der Schwingungszeiten der Pendel auf die Unterschiede <i>Potsdam</i> weniger <i>Außenstation</i> . . . . .	71
§ 8. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperatur- koeffizienten . . . . .	75
§ 9. Die Genauigkeit der Beobachtungen . . . . .	75

	Seite
III. Beobachtungen im Jahre 1912 . . . . .	77
§ 1. Vorbemerkungen . . . . .	77
§ 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen . . . . .	78
§ 3. Bestimmung des Mitschwingens . . . . .	79
§ 4. Die Ableitung der täglichen Uhgänge für die Beobachtungsuhrn RIEFLER Nr. 96 und STRASSER u. ROHDE Nr. 101 . . . . .	81
§ 5. Die Pendelbeobachtungen . . . . .	85
Übersicht der Pendelbeobachtungen . . . . .	86
§ 6. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler . . . . .	92
§ 7. Einfluß der Veränderlichkeit der Pendel auf die Unterschiede <i>Potsdam</i> weniger <i>Außenstation</i> . . . . .	97
§ 8. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperatur- koeffizienten . . . . .	101
§ 9. Die Genauigkeit der Beobachtungen . . . . .	102
IV. Beobachtungen im Jahre 1913 . . . . .	104
§ 1. Vorbemerkungen . . . . .	104
§ 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen . . . . .	105
§ 3. Bestimmung des Mitschwingens . . . . .	107
§ 4. Die Ableitung der täglichen Uhgänge der Beobachtungsuhrn RIEFLER Nr. 96 und STRASSER u. ROHDE Nr. 101 . . . . .	108
§ 5. Die Pendelbeobachtungen . . . . .	111
Übersicht der Beobachtungen . . . . .	112
§ 6. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler . . . . .	119
§ 7. Einfluß der Veränderlichkeit der Schwingungszeiten der Pendel auf die Unterschiede <i>Potsdam</i> weniger <i>Außenstation</i> . . . . .	126
§ 8. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperatur- koeffizienten . . . . .	130
§ 9. Genauigkeit der Beobachtungen . . . . .	131
V. Ableitung der Schwerkraft . . . . .	132
1. Schwingungszeiten der Pendel . . . . .	133
2. Werte der Beschleunigung der Schwerkraft . . . . .	135
VI. Konstantenbestimmungen der Pendel der Dänischen Gradmessung	137
1. Bestimmung der Dichtekonstanten . . . . .	138
2. Bestimmung der Temperaturkonstanten . . . . .	141
Die Reduktionsformel für Pendelmessungen von F. R. HELMERT . . . . .	145
3. Zusammenstellung der beobachteten Schwingungszeiten . . . . .	147
4. Die Anschlußmessungen . . . . .	149
A. Bei ausgepumptem Apparat . . . . .	150
B. Bei normalem Luftdruck . . . . .	151
5. Zusammenstellung der Beobachtungen . . . . .	152

Druckfehlerberichtigung.

- Seite 7 Zeile 14 von oben lies + 0.03 statt — 0.03.  
 „ 7 „ 15 „ „ „ + 0.04 „ — 0.04.  
 „ 29 lies § 7 statt § 8.  
 „ 43 sechste Zeile von oben lies  $[v v]_p$  statt  $[v v]_i$ .  
 „ 47 lies § 9 statt § 10.  
 „ 52 erste Zeile lies § 10 statt § 11.  
 „ 70 fünfte Zeile von unten lies  $\pm 1.9$  statt  $\pm 1.2$ .

## Einleitung.

Mit der vorliegenden Arbeit sind die von dem Herrn Geheimen Oberregierungsrat HELMERT mir übertragenen Untersuchungen über Größe und Verlauf der Intensität der Schwerkraft in Nord- und Mitteldeutschland weiter gefördert worden. Die Beobachtungen längs des Meridians  $9^{\circ}$  E. v. Gr. sind zu Ende geführt. Neue Schwerkraftstationen sind in Ostpreußen und den deutschen Mittelgebirgen hinzugekommen. Die Veröffentlichung einer Übersichtskarte des ganzen untersuchten Gebietes mit den Kurven gleicher Schwerestörungen ist auf eine spätere Zeit verschoben. Als Ersatz werden auf den Tafeln am Schlusse der Arbeit einzelne Profile gegeben, die die Werte ( $g'' - \gamma_0$ ) als ideelle störende Schichten darstellen\*); diese sind mit einer Dichte  $\Theta = 2.4$  auf das Meeresniveau verdichtet gedacht. Die ideellen störenden Schichten sind von einer horizontalen Mittellinie aus nach oben und unten zu gleichen Teilen eingezeichnet. Die positiven Werte der ideellen störenden Schichten sind schraffiert. Zwischen den einzelnen Stationen ist gradlinig interpoliert worden. Über der Darstellung der ideellen störenden Schichten sind die Erdprofile eingetragen und in 4 Stufen, den Dichten des anstehenden Gesteins entsprechend, schraffiert. Will man auf die Schwerestörungen zurückgehen, so hat man Milliontelmeter statt Meter zu lesen.

Alle zu den Zeichnungen benutzten Stationswerte sind auf das Potsdamer System bezogen. Soweit die Stationen nicht in dieser Arbeit vorkommen, sind sie dem Pendelbericht des Herrn Geheimen Regierungsrats BORRASS vom Jahre 1911\*\*) entnommen.

Über die einzelnen Teile der Arbeit ist folgendes zu sagen:

1. Die Beobachtungen in der Nähe des Meridians  $9^{\circ}$  E. v. Gr. Meine Beobachtungen in der Nähe dieses Meridians (Tafel II.) beginnen an der

---

\*) Vergl. *Ergebnisse der Messungen der Schwerkraft auf der Linie Kolberg—Schneekoppe*. Von F. R. HELMERT. *Sitzungsberichte der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1896, April 9.

\*\*) E. BORRASS, *Bericht über die relativen Messungen der Schwerkraft mit Pendelapparaten in der Zeit von 1808 bis 1909 und über ihre Darstellung im Potsdamer Schwere-system*. *Verhandlungen der 16. Allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung in London und Cambridge 1909*. Verlag von Georg Reimer in Berlin, 1911.

dänischen Grenze und setzen sich fort bis zum Neckar. Innerhalb meiner Beobachtungsreihe liegen die beiden bayrischen Stationen Aschaffenburg und Miltenberg, deren Werte sich fast gradlinig interpoliert den von mir bestimmten anpassen. Weiter südlich folgen badische, württembergische und auch zwei schweizerische Stationen. Noch weiter südlich bin ich mit der Darstellung der ideellen störenden Schichten nicht gegangen, um die Tafel nicht unnötig auszudehnen. Denn das ganze Gebiet der Schweiz ist gleichförmig negativ gestört wie der schwäbische Jura.

An der Westküste Jütlands sind von Dänemark keine Beobachtungen der Schwerkraft gemacht. Da sich aber herausgestellt hat, daß die Ostküste und die Westküste Schleswig-Holsteins in gleichen Breiten fast gleichmäßig in gleichem Sinne und in gleicher Größe gestört sind, so habe ich als Fortsetzung der Darstellung des Verlaufs der Schwerkraft in der Nähe des Meridians  $9^{\circ}$  E. v. Gr. die zahlreich vorhandenen dänischen Messungen an der Ostküste Jütlands mit dargestellt. Es ist das natürlich geschehen unter der Voraussetzung, daß auch in Jütland die beiden Küsten gleichartig gestört sind.

Von der Nordküste Jütlands aus zieht sich, von einigen auffallenden Störungen abgesehen, eine fast ununterbrochene gleich große positive Störung der Schwerkraft bis in die Gegend von Husum. Von hier aus nimmt die Schwerkraft mit sehr kleinen positiven oder negativen Störungen fast normale Werte an. Dieses Gebiet normaler Schwerkraft setzt sich nach Süden fort über die Elbe- und Wesermündungen hinaus bis an den Rand des Wiehengebirges. Das Gebiet normaler Schwerkraft scheint zusammenzufallen mit der Gegend des reichsten Vorkommens der Kalilager. Vom Wiehen- und Wesergebirge ab treten wieder positive Störungen von nicht unbeträchtlicher Größe auf, die im Teutoburger Walde ihren größten Wert erreichen. Der Teutoburger Wald wird geologisch als sehr kompliziertes System zusammengeschobener Schichten betrachtet. Auch die nun folgenden Gebirgszüge Eggegebirge, Kellerwald und Vogelsberg sind noch stark positiv gestört.

Von den Mittelgebirgen nimmt der Vogelsberg unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch als größter erloschener Vulkan Deutschlands. Von den drei Stationen Kirtorf, Grünberg und Nidda, die seinem Gebiete angehören, liegen Kirtorf und Nidda am Rande und Grünberg inmitten des westlichen Drittels des Vogelsberges. Es fällt sofort der Unterschied in den Größen der störenden Schichten zwischen den beiden Randstationen und der mehr zentral gelegenen ins Auge. Grünberg ist mit einer störenden Schicht von  $+110$  m und die beiden Randstationen mit  $+240$  m und  $+210$  m verzeichnet. Ähnliche Verhältnisse zeigen sich, freilich in viel gewaltigerem Maßstabe, beim Ätna. Hier beträgt die störende Schicht unter dem Observatorium, das fast im Zentrum des Vulkans liegt,  $-140$  m, während rings herum die dort beobachteten Stationen störende ideelle Schichten von  $+430$  m bis  $+720$  m aufweisen. Trifft bei dem Vogelsberg, wie es den Anschein hat, ein ähnliches Verhalten zu, so wird man durch Beobachtung weiterer Schwer-



kraftstationen auch den Zentralpunkt des Vogelsbergs bestimmen können. Für manche Zwecke dürfte dieses nicht ohne Interesse sein.

Der Odenwald zeigt auffallend kleine Störungen. Die Schwerkraft ist dort nahezu normal. Südlich vom <sup>Odenwald</sup> Vogelsberg nimmt dann die Schwerkraft wieder rasch zu und erreicht im Neckarbergländ in den beiden Stationen Fürfeld und Schwaigern die größten positiven Werte im Verlaufe des Meridians von der dänischen Grenze an gerechnet. Zwischen Markgröningen und Cannstatt geht die Schwerkraft von kleinen positiven Störungen zu kleinen negativen Störungen über, die sich nun, mäßig anwachsend, im schwäbischen Jura bis in die Schweiz in gleichem Sinne erhalten; einzelne Stationen weisen bemerkenswerte große negative Störungen auf.

2. Die Beobachtungen in Ostpreußen. Diese sind auf Veranlassung des Herrn Geheimen Regierungsrats SCHMIDT, Vorsteher des Magnetischen Observatoriums in Potsdam, ausgeführt worden. In der in Betracht kommenden Gegend sind ganz erhebliche magnetische Störungen ermittelt worden. Die Schwerkraftsbeobachtungen in diesem magnetisch so interessanten Gebiete sollten einen vermuteten Zusammenhang zwischen magnetischen Störungen und Störungen der Schwerkraft erweisen. Die Schwerkraft hat sich aber in der ganzen untersuchten Gegend als normal herausgestellt. Der vermutete Zusammenhang ist in jener Gegend also nicht vorhanden.

3. Beobachtungen zu beiden Seiten einer Verwerfungsspalte. Von den geologischen Störungen, die uns von Herrn Professor VON DEM BORNE in Krietern angegeben sind, ist für die Untersuchung die Verwerfungsspalte ausgesucht worden, die sich vom Meißner in der Richtung auf Frankfurt am Main erstreckt und ihre Fortsetzung findet in der großen Grabensenke der oberrheinischen Tiefebene, die im Osten und Westen von den Horsten Schwarzwald und Vogesen begleitet wird. Im Norden scheinen die Grabenstörungen des Leinetales auf der Ostseite und die Egge-, Teutoburger Wald- und Wesergebirge auf der Westseite eine Fortsetzung der von uns untersuchten Störung zu sein.

Nimmt man an, daß die Verwerfungsspalten die Erdoberfläche in verschiedene Schollen teilen, so ist es wahrscheinlich, daß jeder Scholle ein eigener Wert der Schwerkraft zukommt. Um dieses für die genannte Verwerfungsspalte zu erweisen, sind auf ihrer Westseite 9 Stationen und auf der Ostseite 10 Stationen herangezogen worden. Für die Westseite erhält man als durchschnittliche ideelle Störung  $+197 \text{ m} \pm 11 \text{ m}$  und für die Ostseite  $+115 \text{ m} \pm 17 \text{ m}$ . Der Unterschied ist nicht gerade sehr groß, aber doch bemerkenswert.

Auf der Tafel III. am Schlusse der Arbeit habe ich außer den Profilen östlich und westlich der genannten Verwerfungsspalte auch noch die Profile des Wesertales und des Leinetales, die beide durch eine Verwerfungsspalte getrennt sind, aufgezeichnet. Auf der gleichen Tafel habe ich auch noch die beiden Horste Vogesen und Schwarzwald, die durch die oberrheinische Tiefebene getrennt sind, aufgenommen, um einen besseren Überblick über den ganzen Verlauf der zusammenhängenden Störungen zu geben. Auf den Stationen

in den Vogesen ist von der Straßburger Sternwarte, auf denen des Schwarzwaldes von den badischen und württembergischen Gradmessungskommissionen beobachtet worden.

*Mittlere Werte der ideellen störenden Schichten zu beiden Seiten einer Verwerfungsspalte.*

Ausdehnung in geographischer Breite von bis		Untersuchte Gebiete westlich östlich der geologischen Störung		Mittelwerte der ideellen störenden Schichten						Unter- schie- den westlich weniger östlich
				westlich			östlich			
				ideelle störende Schicht	Anzahl der Stationen	mittlerer Fehler	ideelle störende Schicht	Anzahl der Stationen	mittlerer Fehler	
51° 20'	52° 40'	Wesertal	Leinetal	+ 204 <sup>m</sup>	8	± 26 <sup>m</sup>	+ 45 <sup>m</sup>	10	± 18 <sup>m</sup>	+ 159 <sup>m</sup>
49° 40'	51° 10'	Hunsrück, Taunus, Vogelsberg, Egge	Odenwald, Spessart, Rhön, Thü- ringer Wald	+ 197 <sup>m</sup>	9	± 11 <sup>m</sup>	+ 115 <sup>m</sup>	10	± 17 <sup>m</sup>	+ 82 <sup>m</sup>
47° 35'	49° 1'	Vogesen	Schwarzwald	+ 142 <sup>m</sup>	19	± 24 <sup>m</sup>	- 64 <sup>m</sup>	23	± 43 <sup>m</sup>	+ 206 <sup>m</sup>

Der Sinn der Unterschiede westlich weniger östlich ist innerhalb des ganzen Verlaufs der zusammenhängenden Störung der gleiche. Der große mittlere Fehler des Mittelwertes im Schwarzwald hängt zusammen mit der Hinzunahme von Stationen, die am Rande des Gebirges gelegen sind, und deren ideelle störende Schichten stärker von jenen der inmitten des Gebirges liegenden Stationen abweichen. Diese letzteren bilden aber bei weitem die Mehrzahl.

4. Am Schlusse der Arbeit wird noch eine Konstantenbestimmung der Pendel der dänischen Gradmessung behandelt. Es zeigt sich, daß bei der Reduktion von Pendelbeobachtungen für unsere Breiten der eingliedrige Ausdruck für die Dichtekonstanten genügt.

Bei dem Korrekturlesen hat mich Herr Professor Dr. PRZYBYLLOK in dankenswerter Weise unterstützt.

# I. Beobachtungen im Jahre 1910.

## § 1. Vorbemerkungen.

Der reiche Wechsel der geologischen Formationen, durch die der Meridian von *Tübingen*  $9^{\circ}$  E. v. Gr. in seinem Verlaufe in *Italien*, der *Schweiz* und *Deutschland* führt, hat schon seit langer Zeit die Geodäten veranlaßt, in seiner Nähe eine größere Anzahl von Schwerkraftstationen anzulegen. Es war von hohem wissenschaftlichen Interesse, die Werte der Anomalien der Schwerkraft bei den verschiedenartigsten Lagerungen der Schichten der Erdkruste festzustellen.

Auf den Wunsch des Herrn Geheimen Oberregierungsrats Professor Dr. HELMERT hatte ich schon in den Jahren 1903, 1906, 1907 und 1908 zum Teil im Anschluß an andere Untersuchungen auch in der Nähe des genannten Meridians vom Südrande des *Teutoburger Waldes* bis zur *Nordsee* auf zahlreichen Stationen die Beschleunigung der Schwerkraft gemessen. Für das Jahr 1910 hatte Herr Geheimer Oberregierungsrat HELMERT gewünscht, im Anschluß an die Stationen der süddeutschen Beobachter auf der Strecke *Heidelberg—Paderborn* eine ausreichende Anzahl von Schwerkraftstationen anzulegen und hatte mich mit der Ausführung der Arbeiten beauftragt. In angemessenen Entfernungen suchte ich auf der genannten Strecke 12 Stationen aus, die östlich und westlich vom genannten Meridian gleichmäßig verteilt waren. Im Norden gewannen wir so Anschluß an meine früheren Beobachtungen und im Süden an die der süddeutschen Beobachter.

Mit *Paderborn* beginnend führte der Weg durch die Mittelgebirge *Kellerwald*, *Vogelsberg* und *Odenwald*. Von den genannten Mittelgebirgen bot das größte Interesse der *Vogelsberg*. Der *Vogelsberg* ist der ausgedehnteste erloschene Vulkan Deutschlands. Führte nun die Beobachtungslinie auch nicht gerade durch die Mitte des Gebirges sondern durch das westliche Drittel, so konnte man doch bemerkenswerte Aufschlüsse erwarten über den Verlauf der Schwerkraftsanomalien am Rande und inmitten des Gebirges. Und dieses umsomehr, als sich beim *Ätna* zwischen der Gipfelstation und den Randgebieten ganz gewaltige Unterschiede in den Schwerkraftswerten gezeigt hatten. Die Höhenstation des *Ätna* hatte sich ganz ungestört gezeigt, während die Randgebiete sehr große Störungen aufwiesen. Haben sich nun beim *Vogelsberge* auch nicht ähnliche Verhältnisse gezeigt, wie beim *Ätna*, so sind doch auch die hier erlangten Ergebnisse bemerkenswert.

Um den Gang der Schwerkraft von *Genua* bis zur Nordspitze von *Jütland* darstellen zu können, fehlten jetzt nur noch einige Stationen im westlichen Teil von *Schleswig-Holstein*, deren Erledigung einer späteren Zeit vorbehalten blieb.

Es hatte sich bei den Beobachtungen in den Jahren 1906 bis 1908 gezeigt, daß die dem Geodätischen Institut gehörigen Nickelstahlpendel bei bequemerem Beobachtungsumständen gleich gute Werte ergaben, wie die Messingpendel. Mit Billigung des Herrn Geheimen Oberregierungsrats HELMERT habe ich daher alle in dieser Arbeit veröffentlichten Beobachtungen allein mit den Nickelstahlpendeln Nr. 76, 77, 78, 79 ausgeführt.

Der kleine Temperaturkoeffizient der Nickelstahlpendel — er beträgt nur  $\frac{1}{16}$  desjenigen der Messingpendel — gestattet in der Auswahl der Beobachtungsräume eine weit größere Freiheit. Man braucht nicht mehr das größte Gewicht auf die gute Beständigkeit der Temperaturen zu legen und ist nicht mehr allein auf Keller angewiesen. Der Einfluß des Ganges und der Schwankungen der Tagestemperatur ist bei den Nickelstahlpendeln verschwindend. Nur die Aufstellung der Pendeluhr erfordert noch größere Sorgfalt bei der Auswahl der Räume. Es ist mir aber nie schwer geworden, für die Aufstellung der Uhr einen vor allzugroßen Schwankungen der Temperatur gut geschützten Raum zu erhalten.

Bei den Königlich Preußischen und Großherzoglich Hessischen Behörden fanden meine Arbeiten die beste Unterstützung, so daß ich bei der Auswahl von Beobachtungsräumen keine Schwierigkeiten zu überwinden hatte. Ich wählte die Räume wie in früheren Jahren meist in öffentlichen Gebäuden. Da ein Teil der Reise in die Schulferien fiel, so konnte ich an einzelnen Orten die Schulkorridore als geeignete Beobachtungsräume in Anspruch nehmen. Wurde in den Schulen unterrichtet, so fand ich gutes Unterkommen in den meist sehr geräumigen Kellern. Hier und da habe ich mich auch mit Scheunen und Küchen in Privathäusern begnügt. Den Königlichen und Großherzoglichen Behörden bin ich für ihr weites Entgegenkommen zu Dank verpflichtet.

Die Reise war im allgemeinen vom Wetter begünstigt. Nur allein die Station *Rosenthal* nahm eine Zeit über den Durchschnitt in Anspruch.

## § 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen.

Bei der Auswahl der Beobachtungsräume habe ich wie immer besonderes Gewicht auf gute Fußböden gelegt. In der nachfolgenden Tabelle habe ich die Art der Fußböden erwähnt, um einen Anhalt über die Größe des Mitschwingens bei den verschiedenartigen Aufstellungen zu geben.

Die geographischen Koordinaten sind den Meßtischblättern 1:25000 entnommen. Die Höhenbestimmungen der Pendelpfeiler sind mit einem Aneroidbarometer ausgeführt. Jede Zahl beruht auf mindestens drei zu verschiedenen Zeiten ausgeführten barometrischen Vergleichen von Anbindepunkt und Pendelpfeiler. Auf die durch Schleuderthermometer bewirkte Temperaturbestimmung am Ausgang und auf den Wegen zum und vom Anbindepunkt

und an diesem selbst ist geachtet. Das zur Übertragung benutzte Barometer wurde vor und nach der Bestimmung mit dem auf der Station bleibenden Barometer verglichen. Es haben sich keine Unregelmäßigkeiten bei dem benutzten Barometer gezeigt.

Als Beobachtungszeit für die Bestimmung der Höhen habe ich die Zeiten von 7<sup>h</sup> a. bis 9<sup>h</sup> a. und 6<sup>h</sup> p. bis 7<sup>h</sup> p. vorgezogen.

1910 Station	Geographische		Höhe des Pendel- pfeilers über N.N.	Mittlerer Fehler der Höhen- über- tragung	Anbindepunkt	Beobachtungsort
	Breite	Länge E.v. Gr.				
Paderborn	51° 42' 51"	8° 45' 3	126 <sup>m</sup> 0	± 0 <sup>m</sup> 9	Schienenoberkante an der Rosenstraße.	Keller der Bürgerschule. Zement.
Warburg	51 29 35	9 8.4	213.2	± 1.3	Bolzen an der Stadtkirche.	Saal der Stadthalle. Gips.
Corbach	51 17 16	8 52.4	377.0	± 0.5	Stufe am Nordportal d. Kirche.	Keller der Volksschule. Zement.
Wildungen	51 7 14	9 7.3	265.8	± 0.4	Bolzen an der Schulstraße.	Keller der Realschule. Zement.
Rosenthal in Hessen	50 28 31	8 52.0	282.0	± 0.6	Niv.-Punkt an der Straße nach Willershausen.	Scheune des Pfarrgehöfts. Sandsteinblock.
Kirtorf am Vogelsberg	50 46 13	9 6.4	264.5	± 0.5	Bolzen an der Kirche.	Keller der Volksschule. Zement.
Grünberg im Vogelsberg	50 35 30	8 57.5	271.1	± 0.3	Bolzen an der Kirche.	Keller der Volksschule. Zement.
Nidda im Vogelsberg	50 24 52	9 0.4	132.8	± 1.0	Bolzen am Bahnhof.	Gang im Keller der Schule. Steinpflaster.
Hanau	50 7 58	8 55.5	106.2	± 1.0	Bolzen am Brauereigebäude i.d. Röderstraße.	
Groß Umstadt	49 52 10	8 55.5	159.0	± 0.7	Höhe der Mitte der Kaiserstr.	Keller der Volksschule. Zement.
Michelstadt i.O.	49 40 40	9 0.8	208.0	—	Höhe des Regennessers.	Keller der Volksschule. Zement.
Rothenberg i.O.	49 30 0	8 55.2	410.3	± 0.1	T. P. Bannholz.	Spritzenhaus. Steinpflaster.

In *Warburg* stand die Pendeluhr in einem unterirdisch angelegten Lagerraum.  
 In *Rosenthal* diente ein Nebenfach der Scheune mit Pflastersteinfußboden als Aufstellungsort für die Uhr.  
 Die kleinen mittleren Fehler der Höhenübertragungen zeigen, daß ihr Einfluß auf den Unterschied der Schwerkraft einer Außenstation gegen *Potsdam* zu vernachlässigen ist.

### § 3. Bestimmung des Mitschwingens.

In dem Vierpendelapparat hängen die Pendelpaare 76 u. 78 sowie 77 u. 79 einander gegenüber. Für diese beiden Richtungen ist das Mitschwingen in der bekannten Weise bestimmt. Der Berechnung wurde die Formel zugrunde gelegt:

$$\gamma = \frac{a_i}{A_i} \frac{T^2}{\pi (t_i - t_0)};$$

Hierin bedeutet  $\gamma$  die Korrektion der Schwingungszeiten wegen Mitschwingens des Stativs, Pfeilers und Untergrundes.

$T$  = Schwingungszeit der Pendel =  $0^{\circ}508$ .

$t_i - t_0$  = Zeit seit Beginn der Beobachtung in Sekunden.

$a_i$  = Amplitude des getriebenen Pendels zur Zeit  $t_i$ .

$A_i$  = Amplitude des treibenden Pendels zur Zeit  $t_i$ .

$t_0$  = Zeit des Freilassens des treibenden Pendels,  $a_0 = 0$ .

$\frac{T^2}{\pi(t_i - t_0)}$  habe ich nach Minuten in eine Tabelle gebracht, so daß die Rechnung sich einfach und schnell schon während der Beobachtung mit vierstelligen Logarithmen oder dem Rechenschieber ausführen ließ.

Ich begann die Beobachtungen stets 12 bis 14 Minuten nach dem Freilassen des treibenden Pendels. Sie folgten sich in einer Zwischenzeit von 2 Minuten. Stand der Pendelapparat in einem zugfreien Raume, so konnte ohne Benutzung der sehr leichten Haube das Mitschwingen bestimmt werden, weil ein schädigender Einfluß auf die Beobachtung durch das Fortlassen des geringen Haubengewichts nicht festzustellen war. In diesen Fällen benutzte ich zur Beruhigung des getriebenen Pendels zwei leichte Papierstreifen, die zu beiden Seiten an die Pendellinse gelegt wurden. Um das zur Ruhe gebrachte Pendel durch das Hin- und Hergehen des Beobachters während des Fortnehmens der Papierstreifen vom getriebenen und des Freilassens des treibenden Pendels nicht zu stören, wurde um den Pfeiler ein kleiner tragbarer Fußboden gelegt. Mußte das Mitschwingen mit aufgesetzter Haube bestimmt werden, so geschah das Beruhigen des getriebenen Pendels durch die Schraube des Amplitudenhebels, mit deren Hilfe der Amplitudenhebel langsam und stetig von dem Pendel entfernt wurde.

Ich habe wieder davon Abstand genommen, jede einzelne Beobachtung des Mitschwingens aufzuführen. Die Tabelle giebt nur die Mittelwerte der beobachteten Sätze mit den Quadratsummen der Abweichungen der Einzelwerte von ihrem Satzmittel. Die Zahlen sind Einheiten der 7. Dezimalstelle der Schwingungszeit. Die mittleren Fehler der Stationsmittel sind aus den mittleren Fehlern der einzelnen Sätze abgeleitet.

*Die Korrekturen für das Mitschwingen 1910 in Einheiten der 7. Dezimalstelle der Schwingungszeiten.*

Nr.	Station	Richtung 78—76					Richtung 79—77				
		Mit-schwin-gen	[ $v v$ ]	Anzahl d. Beob-achtun-gen	Sta-tions-mittel	Mitt-lerer Fehler	Mit-schwin-gen	[ $v v$ ]	Anzahl d. Beob-achtun-gen	Sta-tions-mittel	Mitt-lerer Fehler
1	Potsdam	36	15	6	36	$\pm 0.5$	37	3	6	37	$\pm 0.4$
		35	12	6			37	14	6		
	Paderborn	29	6	6	29	$\pm 0.3$	34	27	6	36	$\pm 0.8$
		27	7	6			38	60	6		
		30	11	6			35	53	6		
		29	5	3			36	9	3		

Nr.	Station	Richtung 78—76					Richtung 79—77				
		Mit- schwin- gen	[ <i>v v</i> ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler	Mit- schwin- gen	[ <i>v v</i> ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler
2	Warburg	71	50	6			72	106	6		
		77	106	6			72	141	6	74	$\pm 1.0$
		69	43	7	72	$\pm 0.7$	78	52	5		
		71	17	6			73	119	6		
		72	57	4							
3	Corbach	28	10	6			35	35	5		
		29	23	6	29	$\pm 0.4$	33	20	6	34	$\pm 0.4$
		29	12	6			35	32	6		
4	Wildungen	53	52	6			54	11	5		
		53	45	6	52	$\pm 0.7$	49	18	7	51	$\pm 0.4$
		50	75	6			51	32	8		
		51	52	5							
5	Rosenthal in Hessen	27	51	6			39	36	7		
		27	19	7	28	$\pm 0.8$	36	26	7	38	$\pm 0.6$
		30	62	6			40	33	6		
6	Kirtorf am Vogelsberg	35	26	8			44	47	7		
		38	86	6	36	$\pm 0.9$	44	19	6	43	$\pm 0.6$
		34	35	6			42	32	7		
7	Grünberg im Vogelsberg	38	104	6			41	29	7		
		38	33	7	38	$\pm 1.0$	42	70	6	43	$\pm 0.9$
		38	43	6			45	49	6		
8	Nidda im Vogelsberg	84	135	8			96	157	8		
		80	140	8	82	$\pm 0.7$	96	71	9	94	$\pm 0.7$
		84	56	8			91	11	7		
		79	52	7							
9	Hanau	32	13	7			37	23	7		
		35	12	7	33	$\pm 0.4$	39	6	7	38	$\pm 0.4$
		32	35	8			37	45	7		
10	Groß Umstadt	41	9	8			46	25	8		
		43	18	8	42	$\pm 0.1$	48	11	9	47	$\pm 0.4$
		42	33	9							
11	Michelstadt im Odenwald	23	31	8			29	43	8		
		24	32	8	24	$\pm 0.4$	29	36	8	29	$\pm 0.5$
		24	16	8			28	33	8		
12	Rothenberg im Odenwald	37	15	7			45	5	7		
		37	10	8	37	$\pm 0.5$	45	11	9	45	$\pm 0.4$
	Potsdam	43	31	8			47	28	8		
		42	22	8	43	$\pm 0.7$	48	53	8	48	$\pm 0.6$

Als mittleren Fehler der Bestimmung des Mitschwingens in *Potsdam* und auf den Außenstationen nehmen wir gleichmäßig für beide Richtungen  $\pm 0.7 \times 10^{-7}$  an. Der Betrag wird erhalten aus der Zusammenfassung aller vorhandenen Beobachtungen.

#### § 4. Die Ableitung der täglichen Gänge der Beobachtungsuhrn RIEFLER Nr. 96 und STRASSER u. ROHDE Nr. 101.

In *Potsdam* diene als Beobachtungsuhr die Sekundenpendeluhr RIEFLER Nr. 96, die im Uhrkeller des Geodätischen Instituts steht. Sie wird täglich von Herrn Prof. WANACH mit den anderen Hauptuhren des Instituts verglichen. Den mittleren Fehler der aus diesen Vergleichen abgeleiteten täglichen Gänge von RIEFLER Nr. 96 hat Herr Prof. WANACH zu  $\pm 0.02$  bestimmt. Auf die Schwingungszeiten der mittleren beobachteten Halbsekundenpendel hat das einen Einfluß von  $\pm 1.2 \times 10^{-7}$ .

Auf den Außenstationen habe ich wie in den früheren Jahren wieder ein kleines tragbares Passageninstrument von BAMBERG benutzt. Das Instrument hat eine Öffnung von 54 mm. Die Vergrößerung ist 60fach. Neben einem festen Mittelfaden besitzt es ein nach den Angaben des Herrn Prof. SCHNAUDER angefertigtes bewegliches Fadennetz von 5 Fäden.

Die Methode der Zeitbestimmung war die der Beobachtung im Vertikal des Polarsterns. Das Instrument gestattet eine azimutale Bewegung von  $\pm 3^\circ$  und eignet sich ganz besonders für die Anwendung der erwähnten Methode.

Der Polarstern wurde stets am Mittelfaden beobachtet. Bei den Südsternebeobachtungen wurde das Instrument inmitten des Durchgangs umgelegt. Das bewegliche Fadennetz wurde bei Beobachtung der Südsterne in den Deklinationen angemessene Entfernung vom Mittelfaden gebracht, so daß für das Umlegen des Instruments Zeit genug verblieb, um die beiden Durchgänge der Südsterne durch das Fadennetz bequem zu beobachten.

Die Beobachtung des Polsterns bei Kreislage Ost und West, jede verbunden mit einer Südsternebeobachtung, bildet eine Zeitbestimmung. Je nach der Gunst des Wetters wurden 2 bis 6 solcher Zeitbestimmungen an den Abenden ausgeführt.

Die Beobachtungen der Südsterne sind frei von dem Einfluß der Kollimation, während die des Polarsterns noch mit ihm behaftet sind. Die Korrektion für die Kollimation mußte deshalb gegenüber der üblichen Formel abgeändert werden. Vergleiche hierzu: E. BORRASS in „*Bestimmung der Polhöhe und der Intensität der Schwerkraft auf 22 Stationen von der Ostsee bei Kolberg bis zur Schneekoppe*“, Berlin 1896, Seite 211 und 212; und TH. ALBRECHT, „*Formeln und Hilfstafeln für geographische Ortsbestimmungen*“, IV. Auflage, Leipzig 1908, Seite 27 und 28 und Seite 296 f.



Der Berechnung lag die Formel zugrunde

$$m = a - U + \frac{x - m}{15} - i \sec \varphi \pm c \sec \varphi \frac{\sin z}{\sin(z' + z)}.$$

An der zuletzt erwähnten Stelle in ALBRECHTS Buch findet man den Ausdruck  $\frac{\sin z}{\sin(z' + z)}$  tabuliert.

Als Beobachtungsuhr benutzte ich das Chronometer DENCKER Nr. 100, das vor Beginn, inmitten und am Schluß der Beobachtungen mit der Pendeluhr STRASSER u. ROHDE Nr. 101 automatisch verglichen wurde.

*Ableitung der täglichen Gänge der Beobachtungsuhren.*

I. Potsdam. Pendeluhr RIEFLER Nr. 96.

1910		1910	
Juni 3 und 4	— 0. <sup>s</sup> 05	Sept. 5	— 0. <sup>s</sup> 11
„ 4 „ 5	— 0.10	„ 6	— 0.08
„ 6	— 0.03	„ 7	— 0.07
„ 7	— 0.03	„ 8	— 0.07
„ 8	— 0.04		

II. Feldstationen. Pendeluhr STRASSER u. ROHDE Nr. 101.

Nr.	Station	1910	Nummer der Beobachtung	Beobachtungszeit	Uhrkorrektur	Urgang		Angewandtes Mittel der täglichen Urgänge	Mittlere Fehler der täglichen Urgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel	
						abgeleitet aus	täglich				
1	Paderborn	Juni 17	1	15 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> .4	— 6 <sup>m</sup> 39. <sup>s</sup> 10	1 u. 4	+ 16. <sup>s</sup> 63	+ 16. <sup>s</sup> 68	± 0. <sup>s</sup> 05	0.0050	
			2	15 40.2	— 6 38.79	2 u. $\frac{3+5+6}{3}$	+ 16.73				
		„ 18	3	14 36.5	— 6 22.85	5 u. 7	+ 16.41	+ 16.42	± 0.01	0.0009	
		„ 18	4	15 6.5	— 6 22.47						
		„ 18	5	15 27.8	— 6 22.18	$\frac{3+4}{2}$ u. 8	+ 16.40				
		„ 18	6	15 48.7	— 6 21.94	6 u. 9	+ 16.44				
		„ 19	7	15 27.8	— 6 5.77						
		„ 19	8	15 53.6	— 6 5.55						
		„ 19	9	16 23.8	— 6 5.10						
		2	Warburg	„ 21	1	15 16.5	+ 2 2.44	1 u. 4	+ 7.87	+ 7.96	± 0.05
2	16 22.3				+ 2 2.64	2 u. 5	+ 8.05				
3	16 49.2				+ 2 2.89	3 u. 6	+ 7.96				
„ 23	4			14 35.1	+ 2 17.96						
„ 23	5			15 5.0	+ 2 18.31						
„ 23	6			16 5.7	+ 2 18.57						

Nr.	Station	1910	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektio- n	Urgang		Ange- wandtes Mittel der täglich- en Uhr- gänge	Mittlere Fehler der täglich- en Uhr- gänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel	
						abgeleitet aus	täglich				
3	Corbach	Juni	25	1 16 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> .7	- 0 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> .10	$\frac{1+2}{2}$ u. 3	+1 <sup>s</sup> .74	+1 <sup>s</sup> .74			
			"	25	2 16 50.3	- 0 3.87					
			"	26	3 15 27.4	- 0 2.32					
4	Wildungen	"	29	1 16 22.5	+ 1 14.45	1 u. 4	- 0.23				
			"	29	2 16 49.4	+ 1 14.67	2 u. $\frac{3+5}{2}$	- 0.34	- 0.29	$\pm 0^s.04$	
		Juli	1	3 15 26.6	+ 1 13.99						
			"	1	4 16 22.6	+ 1 14.00					
			"	1	5 16 57.6	+ 1 14.01					
5	Rosenthal in Hessen	"	4	1 15 23.0	- 1 14.72	1 u. 4	- 0.19				
			"	4	2 16 7.0	- 1 14.70	$\frac{2+3}{2}$ u. 5	- 0.15	- 0.17	$\pm 0.02$	
		"	4	3 16 35.4	- 1 14.64						
		"	6	4 18 42.9	- 1 15.12						
		"	6	5 21 28.3	- 1 15.00						
6	Kirtorf am Vogelsberg	"	11	1 16 0.6	+ 0 31.05	1 u. 4	+ 0.68				
			"	11	2 16 24.3	+ 0 31.10	2 u. 5	+ 0.71	+ 0.68	$\pm 0.02$	0.0018
			"	11	3 16 49.6	+ 0 31.19	3 u. 6	+ 0.65			
		"	12	4 16 0.6	+ 0 31.73						
		"	12	5 16 24.3	+ 0 31.81						
		"	12	6 16 57.0	+ 0 31.84						
		"	12	6 16 57.0	+ 0 31.84						
7	Grünberg im Vogelsberg	"	14	1 17 18.5	+ 0 28.28	1 u. 4	+ 2.11				
			"	14	2 17 50.2	+ 0 28.38	2 u. $\frac{5+6}{2}$	+ 2.10	+ 2.12	$\pm 0.02$	0.0021
			"	14	3 18 14.8	+ 0 28.34	3 u. 7	+ 2.16			
		"	15	4 15 37.7	+ 0 30.27						
		"	15	5 16 6.8	+ 0 30.21	4 u. 8	+ 1.99				
		"	15	6 16 36.8	+ 0 30.49	5 u. 9	+ 1.98	+ 1.96	$\pm 0.02$	0.0029	
		"	15	7 17 6.5	+ 0 30.40	$\frac{6+7}{2}$ u. 10	+ 1.92				
		"	16	8 15 54.7	+ 0 32.28						
		"	16	9 16 25.0	+ 0 32.21						
		"	16	10 16 58.4	+ 0 32.38						
8	Nidda im Vogelsberg	"	22	1 16 36.8	+ 0 44.29	1 u. $\frac{2+3+4}{3}$	- 0.84	- 0.84			
			"	23	2 17 21.0	+ 0 43.45	2 u. 6	- 0.88			
		"	23	3 17 41.9	+ 0 43.39	3 u. 5	- 0.79	- 0.88	$\pm 0.05$	0.0145	
		"	23	4 18 0.8	+ 0 43.38	4 u. 7	- 0.96				
		"	24	5 16 44.2	+ 0 42.63						
		"	24	6 17 21.0	+ 0 42.57						
		"	24	7 17 46.1	+ 0 42.43						

Nr.	Station	1910	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektur	Urgang		Ange- wandte Mittel der täglichen Urgänge	Mittlerer Fehler der täglichen Urgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel		
						abgeleitet aus	täglich					
9	Hanau	Juli	27	1	16 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> .2	+ 0 <sup>m</sup> 14.00	2 u. 5	— 0.65				
			"	27	2	17 6.9	+ 0 13.95	$\frac{1+3}{2}$ u. 6	— 0.54	— 0.61	± 0.04	
			"	27	3	17 33.4	+ 0 13.61	4 u. 7	— 0.65			
			"	27	4	17 50.6	+ 0 13.89					
			"	28	5	17 6.9	+ 0 13.30					
			"	28	6	17 42.3	+ 0 13.26					
			"	28	7	18 1.2	+ 0 13.24					
10	GroßUmstadt		30	1	16 50.8	— 0 26.10	1 u. 4	— 25.56				
				"	2	17 33.4	— 0 26.94	$\frac{2+3}{2}$ u. 5	— 25.57	— 25.57	± 0.01	
				"	3	17 55.9	— 0 27.37					
			31	4	19 21.9	— 0 54.32	4 u. $\frac{6+7}{2}$	— 25.37				
				"	5	19 39.3	— 0 54.77	5 u. $\frac{8+9}{2}$	— 25.44	— 25.41	± 0.04	
			Aug.	1	6	16 35.3	— 1 16.72					
				"	1	7	17 7.3	— 1 17.35				
				"	1	8	17 33.5	— 1 18.00				
				"	1	9	17 50.8	— 1 18.28				
			11	Michelstadt i. Odenwald		4	1	17 14.0	— 0 45.47	1 u. 4	— 5.13	
"	2	18 1.0					— 0 45.58	2 u. 5	— 5.19	— 5.11	± 0.05	
"	4	3					18 30.0	— 0 45.90	3 u. $\frac{6+7}{2}$	— 5.01		
5	4	17 39.6				— 0 50.69						
	"	5				18 30.1	— 0 50.87					
	"	5				6	18 50.2	— 0 50.94				
	"	5				7	19 11.0	— 0 51.09				
12	Rothenberg i. Odenwald		8	1	18 33.9	— 0 51.63	1 u. 4	— 1.47				
				"	8	2	19 11.4	— 0 51.62	2 u. 5	— 1.34	— 1.41	± 0.04
				"	8	3	19 39.5	— 0 51.63	3 u. 6	— 1.42		
			9	4	17 21.7	— 0 53.03	4 u. 7	— 1.41				
				"	9	5	17 50.9	— 0 52.88	5 u. 8	— 1.74	— 1.57	± 0.09
				"	9	6	18 22.2	— 0 52.97	6 u. 9	— 1.57		
			10	7	17 21.7	— 0 54.44						
				"	10	8	17 42.6	— 0 54.61				
				"	10	9	18 1.5	— 0 54.52				

Zur Ableitung des durchschnittlichen mittleren Fehlers eines für die Stationsbeobachtungen benutzten täglichen Ganges addieren wir die Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel, die von Beobachtungen mit

nahezu 24-stündigem Intervall herrühren. Wir erhalten dann aus 34 Einzelwerten in 12 Gruppenmitteln als mittleren Fehler einer Beobachtung eines täglichen Ganges

$$m'_u = \pm \sqrt{\frac{0.1178}{22}} = \pm 0.073.$$

Da die mittleren täglichen Gänge durchschnittlich auf 3 Einzelbestimmungen beruhen, so ist der mittlere Fehler eines angewandten Mittels eines täglichen Ganges

$$m_u = \pm \frac{0.073}{\sqrt{3}} = \pm 0.042.$$

In Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeit wird  $m_u = \pm 2.5$ . Bei Stationen mit drei Zeitbestimmungen an drei verschiedenen Tagen wird der Wert

$$m_u = \frac{\pm 0.042}{\sqrt{2}} = \pm 0.030.$$

In Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeit ist also  $m_u = \pm 1.8$ .

Der mittlere Fehler der täglichen Uhgänge in *Potsdam* beträgt nach den Angaben des Herrn Prof. WANACH, wie schon gesagt,  $\pm 1.2 \times 10^{-7}$  der Schwingungszeiten.

### § 5. Neubestimmung der Dichtekonstanten.

Die Benutzung des neuen Vierpendelapparats für die Schwerkraftmessungen machte eine Neubestimmung der Dichtekonstanten erforderlich, da die bisher benutzten nur für den Dreipendelapparat Gültigkeit besaßen.

Bei den Beobachtungen, die ich zur Ermittlung der Dichtekonstanten gemacht habe, hatte ich zeitweise die Unterstützung des mir von Herrn Geheimen Oberregierungsrat HELMERT zur Einführung in die Methoden der Schwerkraftmessungen überwiesenen Kaiserlich Russischen Staatsrats Herrn OBOLENSKI.

Ich begann die Beobachtungen bei stark ausgepumptem Apparat, der mit der zu ihm gehörigen schweren, doppelwandigen Laboratoriumshaube bedeckt war. Dann habe ich den Innendruck des Apparats schrittweise um etwa je 150 mm geändert und bei jedem Druck die Schwingungszeiten der vier Pendel bestimmt. Die Beobachtungen der Schwingungszeiten sind durch Anbringung der Korrekturen wegen des Uhganges, der Temperatur, des Ausschlags und des Mitschwingens reduziert. Die so erhaltenen Werte sind dann für jedes einzelne Pendel gemittelt und die Abweichungen vom Gesamtmittel in die Fehlergleichungen als beobachtete Größen aufgenommen. Die zugrunde gelegten Fehlergleichungen hatten die Form

1.  $x + yd + l = v_1$
2.  $x' + y'd + z\sqrt{p} + l = v_2.$

Hierbei bedeuten die  $y$  und  $z$  die für die Reduktion gesuchten Koeffizienten,  $d$  stellen die beobachteten Dichten und  $p$  die Drucke dar. Die zweite Ausgleichung mit dem mit der Wurzel aus dem Druck behafteten  $z$ , dessen Einführung von STOKES\*) herrührt, habe ich noch hinzugenommen, um Vergleiche mit Ergebnissen bei anderen Pendeln anstellen zu können. Im Jahre 1914 hatte ich für die Dänische Gradmessung Temperaturkoeffizienten von Messingpendeln bestimmt und zwar die Beobachtungen sowohl bei normalem Luftdruck als auch bei sehr weit ausgepumptem Apparat vorgenommen. Aus der gesonderten Ausgleichung für normalen und sehr geringen Druck hat dann Herr Geheimer Oberregierungsrat HELMERT nachgewiesen, daß die Ergebnisse aus beiden Arten von Beobachtungen am besten dargestellt werden, wenn für die Dichtekorrektion der obige zweigliedrige Ausdruck eingeführt wird. Am Schlusse dieser Arbeit werde ich ausführlicher auf diese Angelegenheit zurückkommen.

Für unsere Außenbeobachtungen der Schwerkraft ist die Reduktion mit dem eingliedrigen Ausdruck für die Dichtekorrektion durchaus ausreichend, und es wird daher nur diese allein angewendet werden.

Die Beobachtungen für die Bestimmung der Dichtekonstanten ausführlich zu veröffentlichen, liegt kein Grund vor, da sie sich in der üblichen Weise abgespielt haben. Ich habe deshalb auf die Wiedergabe der vollständigen Tabellen der Beobachtungen verzichtet und gebe nur diejenigen Daten, die zur Einsichtnahme in Art und Gestaltung der Beobachtungen notwendig sind.

In der folgenden Tabelle sind die beobachteten Dichten und Luftdrucke nur einmal für alle 4 Pendel aufgeführt. Daneben stehen die bei den einzelnen Schwingungszeiten der Pendel nach beiden Ausgleichungsarten übrigbleibenden Fehler. Die Bedeutung der einzelnen Spalten der folgenden Tabelle geht zur Genüge aus den Überschriften hervor. Die Zahlenwerte der  $l$  und  $v$  sind in Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeiten gegeben.

Für alle 4 Pendel gelt. Beobachtungsdaten		Pendel Nr. 76			Pendel Nr. 77			Pendel Nr. 78			Pendel Nr. 79		
$D$	$\sqrt{p}$	$l$	$v_1$ ein- gliedrig. Ausdruck	$v_2$ zwei- gliedrig. Ausdruck	$l$	$v_1$ ein- gliedrig. Ausdruck	$v_2$ zwei- gliedrig. Ausdruck	$l$	$v_1$ ein- gliedrig. Ausdruck	$v_2$ zwei- gliedrig. Ausdruck	$l$	$v_1$ ein- gliedrig. Ausdruck	$v_2$ zwei- gliedrig. Ausdruck
0.091	8.4	+312	+16.97	+ 9.56	+306	+11.30	+1.94	.	.	.	+298	+ 8.77	- 1.61
0.132	10.2	+263	- 3.56	- 6.66	+270	+ 3.72	-0.87	.	.	.	+265	+ 3.67	- 1.80
0.194	12.3	+216	- 7.51	- 6.99	+222	- 1.31	-1.84	+285	+10.77	+ 3.66	+224	+ 4.88	+ 3.63
0.252	14.1	+192	+ 8.76	+11.82	+182	- 1.11	+1.31	+237	+ 3.69	+ 1.01	+179	- 0.64	+ 1.21
0.317	15.8	+136	- 2.10	+ 2.33	+134	- 4.06	+0.06	+184	- 3.45	- 3.18	+137	+ 1.61	+ 5.29
0.385	17.4	+ 89	- 1.88	+ 3.13	+ 88	- 2.93	+2.05	+139	- 0.47	+1.74	+ 81	- 8.10	- 3.40
0.470	19.2	+ 19	-12.86	- 8.05	+ 28	- 4.02	+1.03	+ 67	-12.50	- 9.13	+ 20	-11.24	- 6.28
0.550	20.8	- 35	-11.30	- 7.15	- 25	- 1.57	+3.05	+ 14	- 9.06	- 5.20	- 34	-10.79	- 6.08
0.604	21.8	- 64	- 2.83	+ 0.54	- 65	- 4.14	-0.21	- 22	- 6.95	- 3.28	- 71	-11.00	- 6.90
0.682	23.2	-115	+ 0.35	+ 2.30	-123	- 8.09	-5.38	- 59	+11.07	+14.20	-104	+ 9.06	+12.13
0.750	24.3	-156	+ 6.57	+ 6.74	-163	- 0.96	-0.33	-121	- 2.95	- 1.05	-155	+ 4.36	+ 5.87
0.842	25.7	-221	+ 5.45	+ 2.78	-227	- 1.19	-2.89	-171	+11.95	+11.61	-221	+ 0.98	- 1.39
0.974	27.6	-317	+ 1.10	- 6.13	-309	+ 8.30	+2.13	-277	- 0.90	- 5.17	-308	+ 3.85	- 0.58
0.978	27.7	-318	+ 2.90	- 4.29	-314	+ 6.07	-0.01	-280	- 1.08	- 5.19	-310	+ 4.57	- 0.05
Summe d. Fehlerquadr.		825.41	570.19		378.82	66.17		704.39	539.92		684.31	367.90	

\*) Account of the operations of the great trigonometrical survey of India. Vol. V. S. 87.

Die Quadratsummen der übrigbleibenden Fehler sind nach dem mit zweigliedrigen Ausdruck ausgeglichenen Beobachtungen kleiner als die nach der Ausgleichung mit dem eingliedrigen Ausdruck übrigbleibenden. Einen Einblick in das Verhalten systematischer Fehler innerhalb der einzelnen Reihen erhalten wir durch Anwendung des von Herrn Geheimen Oberregierungsrat HELMERT aufgestellten *Kriteriums*.\*) Bezeichnet man mit  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  die Beobachtungsfehler, mit  $n$  ihre Anzahl und bildet man die folgenden Ausdrücke

$$A = [v^2] - \frac{1}{2} (v_1^2 + v_n^2)$$

$$B = (v_1 - v_2)^2 + (v_2 - v_3)^2 + \dots + (v_{n-1} - v_n)^2,$$

dann muß die Gleichung  $\frac{2A}{B} = 1$  erfüllt sein, falls keine systematischen Einflüsse vorhanden sind. Der Wert kann von 1 mehr oder weniger abweichen, doch muß diese Abweichung innerhalb des mittleren Fehlers des Quotienten  $= \pm \frac{1}{\sqrt{n-1}}$  liegen.

Für die vorstehenden Fehlerreihen erhält man nun die folgenden Werte:

Pendel Nr. 76.

Eingliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 1.25 \pm 0.28$

Zweigliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 1.05 \pm 0.28$

Bei diesem Pendel ist also in beiden Fehlerreihen ein systematischer Einfluß nicht nachweisbar.

Pendel Nr. 77.

Eingliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 2.33 \pm 0.28$

Zweigliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 1.00 \pm 0.28$

Die Reduktion mit dem eingliedrigen Ausdruck zeigt sehr starke systematische Einflüsse, während diese bei der Reduktion mit dem zweigliedrigen Ausdruck verschwinden.

Pendel Nr. 78.

Eingliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 1.10 \pm 0.30$

Zweigliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 0.98 \pm 0.30$

Bei beiden Reduktionsarten ist kein systematischer Einfluß nachzuweisen.

Pendel Nr. 79.

Eingliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 2.08 \pm 0.28$

Zweigliedr. Ausdruck  $\frac{2A}{B} = 1.24 \pm 0.28$

Bei der Reduktion mit eingliedrigem Ausdruck zeigt sich eine starke systematische Beeinflussung, die bei der Reduktion mit dem zweigliedrigen Ausdruck verschwindet.

\*) Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate von F. R. HELMERT. 2. Auflage. Leipzig u. Berlin 1907, Seite 343.

Bei zwei Pendeln zeigen die Reihen, die mit dem eingliedigen Ausdruck reduziert wurden, einen starken, bei den zwei anderen gar keinen systematischen Einfluß. Würde man bei den systematisch beeinflussten Pendeln, wie bei Nr. 78 geschehen, die ersten beiden Beobachtungen fortlassen, so würden auch bei diesen die systematischen Fehler sehr verkleinert werden.

Die Reduktionen mit dem zweigliedigen Ausdruck sind bei allen vier Pendeln von systematischen Einflüssen ganz frei.

Die aus den Ausgleichungen folgenden Werte für die Koeffizienten sind die folgenden:

$$\text{Nr. 76} \quad \left\{ \begin{array}{l} y = 694.4 \pm 8.0 \\ y' = 591.4 \pm 44.7, \end{array} \right. \quad z = 4.8 \pm 2.1$$

$$\text{Nr. 77} \quad \left\{ \begin{array}{l} y = 693.1 \pm 5.2 \\ y' = 585.9 \pm 14.5, \end{array} \right. \quad z = 5.1 \pm 0.7$$

$$\text{Nr. 78} \quad \left\{ \begin{array}{l} y = 705.5 \pm 9.4 \\ y' = 584.2 \pm 77.1, \end{array} \right. \quad z = 6.4 \pm 3.6$$

$$\text{Nr. 79} \quad \left\{ \begin{array}{l} y = 680.7 \pm 7.0 \\ y' = 575.0 \pm 35.6, \end{array} \right. \quad z = 5.1 \pm 1.7.$$

Für die Pendel Nr. 76 und Nr. 77 habe ich den Durchschnittswert  $694.0 \pm 7.0$  angenommen. Für Nr. 78 und Nr. 79 sind die aus den Ausgleichungen folgenden Werte verwendet.

Des Vergleichs wegen setze ich auch die Werte der Dichtekoeffizienten her, die im Dreipendelapparat 1906 bestimmt wurden.

Nr. 76	Dichtekoeffizient	=	$688.9 \pm 5.6$
„ 77	„	=	$683.8 \pm 6.4$
„ 79	„	=	$692.5 \pm 6.2.$

Die geringen Unterschiede sind wohl auf die andere Aufhängung der Pendel in dem Apparat zurückzuführen. Sie sind aber nicht so groß, daß sie nicht auch allein auf zufälligen Fehlern beruhen könnten.

### § 6. Neubestimmung der Temperaturkonstanten.

Für die Nickelstahlpendel Nr. 76, 77, 79 habe ich die Temperaturkonstanten in dem alten mit Wasser geheizten Kasten des Geodätischen Instituts in den Jahren 1904 und 1906 bestimmt. Im Jahre 1911 hat der Mechaniker des Geodätischen Instituts Herr FECHNER nach meinen Angaben einen neuen

elektrisch geheizten Wärmekasten gebaut, der gegenüber dem alten mit Wasser geheizten wesentliche Vorteile besitzt. Es ist möglich, in dem neuen Kasten Temperaturen zwischen etwa  $6^{\circ}$  und  $40^{\circ}$  auf jeder beliebigen Höhe tagelang beständig zu erhalten.

Die Fertigstellung des neuen Heizkastens bot mir willkommene Gelegenheit, eine Neubestimmung der Temperaturkonstanten aller vier Nickelstahlpendel Nr. 76, 77, 78, 79 vorzunehmen. Das war um so wünschenswerter, als sich die beiden Bestimmungen aus den Jahren 1904 und 1906 nicht unwesentlich von einander unterschieden, trotzdem die Genauigkeit der Beobachtungen in beiden Jahren die gleiche war. Es war deshalb vermutet worden, daß die Unterschiede der beiden Bestimmungen mit inneren Strukturänderungen der Nickelstahlpendel in Zusammenhang stehen könnten. Die neuen Beobachtungen, die unter ganz anderen Bedingungen in einem von dem alten Kasten völlig abweichenden neuen Heizkasten ausgeführt wurden, konnten auch Aufschluß über diesen Punkt geben.

#### Der neue Heizkasten des Geodätischen Instituts.

Der neue Heizkasten steht in der Südostecke des Ostkellers auf demselben Pfeiler, auf dem auch der alte mit Wasser geheizte seinen Platz hatte. Vergleiche die Abbildungen am Schlusse der Arbeit. Die äußeren Maße des Heizkastens sind 65.5 cm breit, 67.5 cm hoch, 65.5 cm tief. Den Fuß bildet ein vorn offenes Viereck aus 2 cm starken Eisenplatten von 14 cm Höhe. Dieser Fuß trägt die dicke eiserne Fußplatte, die zur Aufnahme des Pendelapparats bestimmt ist. Der freie Raum unter ihr wird zur Einfügung eines Blechgefäßes verwendet, das die Heizkörper enthält. Das übrige Gerüst des Kastens bilden Eisenstangen von quadratischem Querschnitt mit 2.5 cm Seitenlänge. Die Wände und die obere Decke können leicht in dieses Gerüst eingesetzt werden. Mit ihren etwas überragenden Vorderplatten werden sie durch zweckmäßig angeordnete Knebel an den Eisenstäben des Gerüsts festgeklemmt.

Die Wände bestehen aus 7 cm breiten Blechgefäßen, die durch eine Zwischenwand aus Wellblech in zwei Teile geteilt werden. Nach innen werden die Gefäße durch eine Platte aus Wellkupfer abgeschlossen. Der erste Teil ist 2 cm breit und mit Korkmull gefüllt. Der zweite 5 cm breite Teil dient zur Aufnahme der Heizkörper. Des besseren Wärmeschutzes wegen habe ich die Außenflächen der Wände mit 2.7 cm dicken Korkplatten belegen lassen.

Die obere Bedeckung des Kastens besteht aus einem Blechbehälter, der zur Aufnahme der Heizkörper dient. Die Korkmullschicht fällt bei diesem fort, doch ist seine Außenplatte mit Kork bedeckt.

Sämtliche vier Wände sind durch ausgesparte 45 cm lange, 4 cm breite Fenster, die zur Ablesung der Thermometer im Inneren des Heizraums dienen, in zwei Teile geteilt. In jedem dieser Teile befindet sich ein Gestell mit Heizkörpern. Die Vorderwand hat noch eine besondere Öffnung für die



Beobachtung der Koinzidenzen, die Hinterwand eine Öffnung zum Ablesen eines Hygrometers erhalten. Alle Fenster werden, solange sie nicht gebraucht werden, durch passende Korkplatten verschlossen.

Die Blechgestelle, die zur Aufnahme der als Heizkörper verwendeten Nickelinplatten dienen, haben die Formen von kleinen Leitern, in denen die Heizlamellen die Sprossen darstellen. Die Lamellen sind durch zweckmäßig an den Rändern der Leitern angebrachte Federn, die sie festhalten, in gute leitende Verbindung gesetzt. Die an ihren oberen Seiten mit Haken versehenen Leitern werden durch sie in Verbindung mit der Stromquelle gebracht. Die Stromquelle war die von der Stadt gelieferte Elektrizität.

Die Leitungen sämtlicher Seitenwände und der Bodenheizung werden auf ein Schaltbrett geführt, das an der hinteren Wand des Kastens befestigt ist.

Umfangreiche Versuche, die ich angestellt habe, führten mich schließlich dazu, sämtliche Heizkörper mit der gleichen Menge Elektrizität zu versehen, d. h. sämtliche Leitungen auf ein Ampèremeter zu schalten.

Die zuerst angestellten Heizversuche führten zu keinen günstigen Ergebnissen. Die Temperaturen vorn im Kasten unterschieden sich von denen in gleicher Höhe in der Nähe der hinteren Wand gemessenen zuweilen um mehr als  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ . Durch verschiedene Versuche, an denen sich auch Herr Professor SCHWEYDAR beteiligte, gelangte ich zu der Überzeugung, daß der Unterschied in den Angaben der Thermometer auf Strahlungserscheinungen der Wellkupferplatten zurückzuführen sei. Um diese Strahlungen nun zu vermeiden, ließ ich aus Staniolpappen — nach Art der bei den WILDschen Thermometerhütten verwendeten — Schirme anfertigen, die ich ringsum im Innern des Kastens an den Wänden aufstellte. Dadurch erreichte ich sehr günstige Ergebnisse. Die Schichtung ist von oben nach unten geringer, wenn die Oberdecke nicht geheizt wird. Ich ließ deshalb die Heizung der Oberdecke fort, so daß jetzt nur noch die Seitenwände und der Boden des Kastens geheizt werden. Direkte Ausstrahlungen des Bodens und der Decke verhinderten aufgelegte Staniolpappen.

Um den einzelnen Pendeln die für die Beobachtung gebrauchten Amplituden zu geben, sind die Schraubenköpfe der Amplitudenhebel der Pendel ihrerseits nochmals mit langen Hebelarmen versehen, die durch nach außen durch die Wände geführte Fäden sich bewegen lassen. An jedem derartigen Hebelarme sind zwei Fäden befestigt, deren einer für Feststellung der Amplitude und der andere für die Freilassung der Amplitude dient. Die Fäden führen durch kleine Blechröhren, die in den Wänden in geeigneter Höhe angebracht sind, nach außen. Sobald die Amplitude gegeben ist, werden die Röhren, um nicht unnötig Wärme hinauszulassen, mit einem Kork verschlossen.

Da alle vier Pendel auf einmal von ihrem Lager gehoben und auf dasselbe wieder heruntergelassen werden können, so war es einfach, auch diese Arbeit bei geschlossenem Wärmekasten von außen auszuführen. Mit geeigneter einfacher Hebelübertragung wird der Schraubenkopf, durch dessen

Drehung die Pendel gehoben und gesenkt werden, von einer außen angebrachten sehr gut schließend durch die Wand geführten Drehvorrichtung in Bewegung gesetzt.

So war es möglich, die Pendel nach jeder Beobachtung zu heben und vor jeder neuen wieder zu senken. Es ist damit der Vorteil verbunden, daß die Pendel sich bei jeder Beobachtung genau wieder mit den Schneiden auf die gleichen Stellen der Unterlage legen und der Kasten während der ganzen Beobachtungszeit geschlossen bleiben kann.

Ein Fehler, der nur von dem Aufstellungsplatze des Kastens herrührte, war zuguterletzt noch zu beseitigen. Wie schon erwähnt, steht der Kasten auf einem Pfeiler in der Südostecke des Ostkellers des Geodätischen Instituts. Die Nähe der Außenwand bewirkt im Sommer eine größere Abkühlung der Seite des Kastens, die dieser Wand zugekehrt ist; im Winter wird dagegen die Seite des Kastens, die dem Innenraum zugekehrt ist, mehr abgekühlt. Die hierdurch hervorgerufenen Unterschiede in den Kastentemperaturen habe ich ausgeglichen, indem ich bei Beobachtungen im Sommer die der Wand und bei Beobachtungen im Winter die dem Innenraum zugekehrte Seite des Kastens durch dicke Filzdecken schützte. Eine weitere Filzdecke lag noch oben auf dem Kasten; diese wurde nie abgenommen.

Die Abkühlung des Kastens geschieht nur allein von oben. Zu diesem Zwecke ist ein besonders tiefes passendes Gefäß mit Boden aus Wellkupfer als Oberdecke des Kastens gebaut, das mit Eis gefüllt wird. Das entstehende Schmelzwasser wird durch ein in einer Ecke des Kastens angebrachtes Loch mit Hilfe eines Gummischlauches durch das Innere des Kastens nach unten in ein unter seinem Boden befindliches Blechgefäß abgeleitet. Dieses zur Aufnahme des Schmelzwassers dienende Gefäß wird anstelle des die Heizkörper bergenden Blechgefäßes eingeschoben. Hat das Schmelzwasser eine bestimmte Höhe in dem Bodengefäß erreicht, so wird es nach außen abgeleitet. Wenn ich oben sagte, daß die Abkühlung des Wärmekastens allein von oben geschehe, so ist das nicht ganz richtig, denn das in dem Kasten unter dem Boden befindliche Gefäß mit dem aufgenommenen Schmelzwasser wird auch von unten zur Abkühlung beitragen. Die Ergebnisse der so erreichten Abkühlung sind befriedigend. Eine geringe Temperaturerniedrigung der Seite des Innern des Wärmekastens, durch welche der Schlauch das Schmelzwasser nach abwärts führt, ist nicht zu vermeiden. Der Unterschied der beiden Seiten im Innern beträgt aber nie mehr als  $0^{\circ}06$ .

Durch geeignete Widerstände kann der Heizstrom auf nahezu gleicher Höhe beliebig lange Zeit gehalten werden. Es ist nur darauf zu achten, die Beobachtungen nicht früher zu beginnen, als bis die der Stärke des Heizstroms entsprechende Temperatur erreicht ist. Das ist in der Regel nach 18 bis 24 Stunden der Fall. Steigt im Beobachtungsraum während der Beobachtungszeit die Temperatur, so steigt auch die Temperatur im Kasten, und es muß durch Regulierung des Widerstandes für beständige Temperatur gesorgt werden.

Die Erfahrung hat auch gezeigt, welcher Heizstrom zu der gewünschten Temperatur gehört. Die Anzahl der eingeschalteten Ampère mit 10 multipliziert entspricht nahezu der zu erwartenden Temperatur im Innern des Heizkastens. Es werden für die Heizung der Bodenplatte 12 Lamellen und für jede Seitenwand je 2 Lamellen benutzt.

### Der Temperapparat des Geodätischen Instituts.

Im Anschluß an die Beschreibung des Wärmekastens lasse ich hier gleich die des Temperapparates folgen, der im Jahre 1915 vom Institutsmechaniker Herrn FECHNER gebaut ist. (Siehe Abbildung am Schlusse der Arbeit.) Der Apparat wird stets im Wärmekasten aufgestellt und soll dazu dienen, den Pendeln bei langsam steigender oder langsam fallender Temperatur in regelmäßigen Zeiträumen eine in der Richtung der Pendelstangen wirkende Erschütterung zu erteilen. Diese sollen etwaige noch von der Herstellung herführende Spannungen in den Pendelstangen auslösen.

Der Apparat, der in Abbildung 2 dargestellt wird, besteht aus einer schweren, durch Fußschrauben verstellbaren metallenen runden Fußplatte von 41.5 cm Durchmesser, in deren Mitte sich eine Säule von 4 cm Durchmesser und 32.5 cm Höhe erhebt. Vier Säulen von 1.5 cm Durchmesser und 32.5 cm Höhe, die symmetrisch auf der Peripherie der Grundplatte angebracht sind, tragen einen breiten Metallring. Von diesem gehen wieder, symmetrisch angeordnet, 8 Paar starre 3 mm dicke Drähte nach dem oberen Kopf der Mittelsäule. Die Drähte tragen verschiebbare Schrauben, die zur Befestigung eines Pendels innerhalb jedes Drahtpaares dienen. Die Pendel werden mit ihren Schneidenfassungen zwischen diesen Schrauben festgeklemmt, so daß sie sich seitlich nicht bewegen können. Auf die Drahtpaare fällt ein massiver 2 kg schwerer Ring, dessen 8 vorspringende 4 cm breite Zähne den 8 Drahtpaaren entsprechen. Der Ring hängt an vier kleinen Kettchen an einer Stahlstange, die durch die Kopfplatte des Wärmekastens geführt und mit einem Exzenter in Verbindung gebracht ist. Der Exzenter, der durch einen kleinen Motor bewegt wird, hebt den Ring bis zu der durch seinen Einschnitt bestimmten Höhe von 4.5 cm und läßt ihn dann auf die 8 Drahtpaare herabfallen. Dieser Fall ruft die in der Richtung der Pendelstange wirkenden Erschütterungen hervor. Der Motor steht in Verbindung mit einer Kontaktuhr, die ihn alle halbe Stunde oder nach Belieben auch in kürzerer Zeit in Gang treten läßt.

Wie erwähnt, können 8 Pendel gleichzeitig in dem Apparate aufgehängt werden. Er ist zum ersten Male im Jahre 1915 benutzt für die Temperung von 8 neuen Nickelstahlpendeln. Vier von ihnen, die ich im Laufe des Jahres eingehender untersuchte, haben sich sehr gut unveränderlich gehalten. Die anderen vier sind von der Königlich Holländischen Gradmessungskommission angekauft und in Benutzung genommen. Über das Verhalten dieser Pendel haben wir noch keine Nachricht.

## Neubestimmungen der Temperaturkonstanten der Nickelstahlpendel.

Nach Abschluß der Vorversuche habe ich in lang ausgedehnten Beobachtungsreihen bei den verschiedensten Temperaturen die Schwingungszeiten der Nickelstahlpendel bestimmt. Die Temperaturen konnten in jeder gewünschten Höhe von  $6^{\circ}$  bis  $40^{\circ}$  konstant erhalten werden. Die erreichbare tiefste Temperatur hängt von derjenigen des Beobachtungsraumes ab. Ich erlangte in der Regel eine um  $4^{\circ}$  bis  $5^{\circ}$  geringere Temperatur in dem Heizkasten als im Innenraum.

Die bei den verschiedenen Temperaturen gemachten Beobachtungen dienten zu einer Neubestimmung der Temperaturkonstanten der Nickelstahlpendel. Zwischen  $5^{\circ}$  und  $40^{\circ}$  wurden Beobachtungen bei etwa 5 verschiedenen Temperaturen angestellt, die sich um  $6^{\circ}$  bis  $8^{\circ}$  von einander unterschieden. War die Temperatur  $40^{\circ}$  erreicht, so wurde wieder bei fallender Temperatur an ungefähr den gleichen Stellen wie bei der steigenden beobachtet, bis wieder die tiefste Temperatur erreicht war. Diese unterschied sich von der tiefsten Temperatur bei Beginn der Beobachtung meistens um  $2^{\circ}$  bis  $3^{\circ}$ , weil infolge der wochenlangen Erwärmung des Beobachtungsraumes durch den Wärmekasten die Temperatur gestiegen war. Die Außentemperatur hat ja vor allem bei den niedrigen Temperaturen großen Einfluß, der nicht fortzuschaffen ist.

Vor der Beobachtung hingen die Pendel in den gewählten Temperaturen mindestens 48 Stunden lang, um auf diese Weise systematisch wirkende Fehler, die von den Unterschieden der wirklichen Pendeltemperaturen mit den Angaben des benutzten Pendelthermometers herrühren können, zu vermeiden. An jedem Beobachtungstage wurden zwei Reihen zu 4 Pendeln beobachtet, die sich auf Vor- und Nachmittag verteilten. Jeder Beobachtungswert stellt das Mittel aus den beiden Tagesreihen dar. Dadurch werden auch Fehler, die von den Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr herrühren können, auf ein Mindestmaß beschränkt. Das geschieht in um so höherem Grade, als die benutzte Pendeluhr RIEFLER Nr. 96 von ganz hervorragender Güte ist.

Eine weitere Quelle systematisch wirkender Fehler rührt von der Auflage der Schneiden auf ihren Lagern her. Schon geringfügige Verschiebungen der Auflageorte können Änderungen in den Schwingungszeiten der Pendel hervorrufen. Um daher eine gleichmäßige Auflage zu gewährleisten, wurden die Pendel nach jeder Beobachtungsreihe auf die Hilfslager gehoben und vor jeder neuen auf die Hauptschneiden gesenkt.

Am Ende bleibt noch die systematisch wirkende Änderung der Schwingungszeit der Pendel während der Beobachtungsperiode übrig, die von molekularen Umlagerungen innerhalb der Pendelstangen herrühren. Man kann auch diesen Fehler auf ein Minimum herabdrücken durch gehörige Temperatur

der Pendel. Das war in ausgiebiger Weise wohl vor der im Jahre 1912 ausgeführten Beobachtungsreihe geschehen, nicht aber vor der Reihe im Jahre 1911.

Vor den Beobachtungen im Jahre 1912 waren außerdem noch die Hauptschneiden der Pendel durch seitliches Abschleifen von etwa  $2\frac{1}{2}$  mm an jeder Seite verkürzt. Über den Grund dieser Änderung werde ich mich bei den Beobachtungen für 1912 des weiteren auslassen.

Die Ausgleichung der Beobachtungen teilte sich naturgemäß in drei Teile. Es wurde vorgenommen: 1) Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen; 2) Ausgleichung der Beobachtungen bei steigender Temperatur und 3) Ausgleichung der Beobachtungen bei fallender Temperatur. Da die Anzahl der Beobachtungen bei steigender und bei fallender Temperatur nicht überall ganz gleich ist, so können sich die Mittel aus den bei fallender und steigender Temperatur erlangten Ergebnisse etwas von dem Werte, der aus den Gesamtbeobachtungen folgt, unterscheiden.

In den folgenden Tabellen habe ich mich auf Wiedergabe der notwendigsten Daten beschränkt, ohne genaue Einzelheiten der Beobachtungen zu geben. Die Art der Ausführung der Beobachtungen geht aber aus den Tabellen hervor.

Die Fehlergleichungen haben die Form

$$x + yt + l = v,$$

wo  $x$  eine Konstante,  $y$  den gesuchten Temperaturkoeffizienten,  $t$  die beobachtete Temperatur und  $l$  den Beobachtungswert darstellen. Als Beobachtungswert wurde die Abweichung der Einzelbeobachtung der Schwingungszeit von dem Mittel aller zu der Ausgleichung zugezogenen Werte angenommen.

Zu den aus den Ausgleichungen folgenden Werten für den Temperaturkoeffizienten  $y$  sind  $+2^8 \times 10^{-7}$  addiert, weil die Beobachtungen mit einem genäherten Koeffizienten  $2$  reduziert waren, um nicht mit allzu großen Zahlenwerten rechnen zu müssen. Die Beobachtungswerte und die übrigbleibenden Fehler sind in Einheiten der 7. Dezimalstelle der Schwingungszeit gegeben.

Um den Einfluß systematischer Fehler bei den einzelnen Reihen zu erkennen, habe ich auf die übrigbleibenden Fehler das ABBE-HELMERTSche Kriterium angewendet. (Vergl. Seite 12.)

Bei den Beobachtungen sind die beiden Thermometer *Mg II* und Nr. 11217 verwendet worden, deren Korrekturen auf Seite 30 gegeben werden.

Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur				Ausgleichung für fallende Temperatur			
Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler
1	6°51	+ 17	— 5.47	1	6°51	+ 25	+ 2.07	12	39°18	— 32	+ 0.85
2	6.69	+ 15	— 7.20	2	6.69	+ 23	+ 0.31	13	36.88	— 33	— 3.90
3	10.87	+ 8	— 7.84	3	10.87	+ 16	— 1.14	14	25.69	— 18	— 7.14
4	11.18	+ 5	— 10.76	4	11.18	+ 13	— 3.74	15	25.67	— 5	+ 5.83
5	19.47	— 1	— 3.44	5	19.47	+ 7	+ 1.28	16	21.66	— 1	+ 3.29
6	19.77	+ 2	— 0.31	6	19.77	+ 10	+ 4.68	17	19.85	+ 3	+ 4.34
7	34.39	— 30	— 10.08	7	34.39	— 22	— 7.90	18	19.78	+ 1	+ 2.23
8	34.37	— 27	— 7.11	8	34.37	— 19	— 4.93	19	15.30	+ 5	— 1.07
9	38.31	— 24	+ 1.88	9	38.31	— 16	+ 3.31	20	14.25	+ 7	— 0.78
10	38.75	— 25	+ 1.55	10	38.75	— 17	+ 2.81	21	8.57	+ 16	— 1.04
11	38.97	— 25	+ 1.88	11	38.97	— 17	+ 3.18	22	8.23	+ 15	— 2.60
12	39.18	— 25	+ 2.20	$y = 3.33 \pm 0.10$				23	7.59	+ 15	— 3.64
13	36.88	— 26	— 2.30					24	7.75	+ 22	+ 3.62
14	25.69	— 11	— 4.31	Kriterium $\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $2.44 \pm 0.21$				$y = 3.63 \pm 0.11$			
15	25.67	+ 2	— 8.66								
16	21.66	+ 6	+ 6.56	" " " fallende " = $1.17 \pm 0.29$							
17	19.85	+ 10	+ 7.81					" " " steigende Temperatur = $1.07 \pm 0.32$			
18	19.78	+ 8	+ 5.70	" " " fallende " = $1.17 \pm 0.29$							
19	15.30	+ 12	+ 2.89					" " " steigende Temperatur = $1.07 \pm 0.32$			
20	14.25	+ 15	+ 4.30	" " " fallende " = $1.17 \pm 0.29$							
21	8.57	+ 23	+ 3.66					" " " steigende Temperatur = $1.07 \pm 0.32$			
22	8.23	+ 22	+ 2.14	" " " fallende " = $1.17 \pm 0.29$							
23	7.59	+ 22	+ 1.17					" " " steigende Temperatur = $1.07 \pm 0.32$			
24	7.75	+ 29	+ 8.41	" " " fallende " = $1.17 \pm 0.29$							
$y = 3.52 \pm 0.10$											

Bei der Ausgleichung der gesamten Beobachtungen zeigt sich eine starke Anhäufung negativer übrigbleibender Fehler zu Beginn und eine solche positiver am Schluß der Beobachtungsreihe. Die systematischen Einflüsse sind begründet in der Änderung der Schwingungszeit des Pendels während der langen Beobachtungszeit. Trennt man die Beobachtungen nach steigender und fallender Temperatur, so verschwinden die systematischen Einflüsse.

Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur			Ausgleichung für fallende Temperatur				
Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler
I				II			III				
1	6°55	+ 15	- 9.64	1	6°55	+ 26	+ 1.53	12	39°21	- 35	+ 2.29
2	6.74	+ 9	- 15.31	2	6.74	+ 20	- 4.20	13	36.87	- 31	+ 1.94
3	10.90	+ 2	- 15.29	3	10.90	+ 13	- 5.30	14	25.73	- 14	- 1.76
4	11.21	+ 8	- 8.77	4	11.21	+ 19	+ 1.14	15	25.72	- 12	+ 0.22
5	19.52	+ 3	+ 0.25	5	19.52	+ 14	+ 7.94	16	21.66	- 7	- 2.32
6	19.79	- 3	- 5.29	6	19.79	+ 8	+ 2.32	17	19.88	+ 3	+ 4.38
7	34.40	- 25	- 2.63	7	34.40	- 14	+ 1.06	18	19.80	- 3	- 1.76
8	34.40	- 26	- 3.63	8	34.40	- 15	+ 0.06	19	15.26	+ 3	- 4.21
9	38.33	- 32	- 3.00	9	38.33	- 21	- 0.36	20	14.26	+ 6	- 3.07
10	38.77	- 36	- 6.26	10	38.77	- 25	- 3.73	21	8.75	+ 16	- 3.30
11	38.97	- 33	- 2.92	11	38.97	- 22	- 0.44	22	8.32	+ 21	+ 0.90
12	39.21	- 26	+ 4.49	$y = 3.42 \pm 0.09$			23	7.65	+ 29	+ 7.65	
13	36.87	- 22	+ 4.54				24	7.83	+ 20	- 1.01	
14	25.73	- 5	+ 2.74				$y = 3.86 \pm 0.10$				
15	25.72	- 3	+ 4.72	Kriterium $\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $4.66 \pm 0.20$ „ „ „ steigende Temperatur = $1.48 \pm 0.32$ „ „ „ fallende „ = $1.08 \pm 0.29$							
16	21.66	+ 2	+ 2.87								
17	19.88	+ 12	+ 9.86								
18	19.80	+ 6	+ 3.73								
19	15.26	+ 12	+ 2.06								
20	14.26	+ 15	+ 3.38								
21	8.75	+ 25	+ 4.08								
22	8.32	+ 30	+ 8.35								
23	7.65	+ 38	+ 15.22								
24	7.83	+ 29	+ 6.52								
$y = 3.69 \pm 0.14$											

Die Schwingungszeit des Pendels hat sich während des Versuchs geändert und zwar, wie das Kriterium zeigt, fast sprunghaft nach der ersten Hälfte. Die Beobachtungen bei steigender und fallender Temperatur sind frei von systematischen Fehlern.

Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur				Ausgleichung für fallende Temperatur			
Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler
1	6°50	+ 19	— 3.60	1	6°50	+ 29	+ 6.72	11	38°97	— 24	+ 4.74
2	6.66	+ 10	— 12.35	2	6.66	+ 20	— 2.06	12	39.18	— 24	+ 5.06
3	10.83	+ 4	— 11.92	3	10.83	+ 14	— 2.20	13	36.90	— 22	+ 3.54
4	11.17	+ 10	— 5.39	4	11.17	+ 20	+ 4.27	14	25.69	— 18	— 9.79
5	19.45	— 10	— 12.62	5	19.45	0	— 4.11	15	25.65	— 15	— 6.85
6	19.77	— 9	— 11.12	6	19.77	+ 1	— 2.66	16	21.67	— 7	— 5.00
7	34.37	— 39	— 18.59	7	34.37	— 29	— 12.18	17	19.86	— 1	— 1.80
8	34.38	— 33	— 12.58	8	34.38	— 23	— 6.16	18	19.78	— 5	— 5.92
9	38.32	— 26	+ 0.50	9	38.32	— 16	+ 6.37	19	15.32	+ 3	— 4.82
10	38.76	— 21	+ 6.18	10	38.76	— 11	+ 11.98	20	14.25	+ 7	— 2.47
11	38.97	— 17	+ 10.51	$y = 3.40 \pm 0.19$				21	8.49	+ 25	+ 6.62
12	39.18	— 17	+ 10.83					22	8.18	+ 19	+ 0.14
13	36.90	— 15	+ 9.31					23	7.55	+ 24	+ 4.17
14	25.69	— 11	— 3.99					24	7.70	+ 32	+ 12.40
15	25.65	— 8	— 1.05	$y = 3.54 \pm 0.19$				$y = 3.55 \pm 0.16$			
16	21.67	0	+ 0.81					$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $4.28 \pm 0.20$ „ „ steigende Temperatur = $1.47 \pm 0.32$ „ „ fallende „ = $1.95 \pm 0.29$			
17	19.86	+ 6	+ 4.02								
18	19.78	+ 2	— 0.11								
19	15.32	+ 10	+ 1.01								
20	14.25	+ 14	+ 3.36								
21	8.49	+ 32	+ 12.47								
22	8.18	+ 26	+ 5.99								
23	7.55	+ 31	+ 10.02								
24	7.70	+ 39	+ 18.25								

Die Schwingungszeit des Pendels hat sich geändert, und zwar sowohl während der ersten Hälfte, als auch während der zweiten Hälfte der Beobachtungen.



Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur				Ausgleichung für fallende Temperatur			
Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler
1	6°53	+ 7	- 20.88	1	6°53	+ 20	- 7.60	11	38°97	- 34	+ 0.76
2	6.72	+ 13	- 14.52	2	6.72	+ 26	- 1.25	12	39.19	- 33	+ 2.18
3	10.87	+ 11	- 8.64	3	10.87	+ 24	+ 4.15	13	36.87	- 26	+ 4.74
4	11.20	+ 5	- 14.01	4	11.20	+ 18	- 1.27	14	25.71	- 13	- 3.61
5	19.50	- 6	- 9.25	5	19.50	+ 7	+ 2.56	15	25.70	- 14	- 4.63
6	19.78	- 2	- 4.72	6	19.78	+ 11	+ 7.06	16	21.66	- 3	- 1.35
7	34.40	- 33	- 7.95	7	34.40	- 20	+ 2.16	17	19.86	0	- 1.80
8	34.38	- 32	- 6.99	8	34.38	- 19	+ 3.12	18	19.80	+ 3	+ 1.09
9	38.32	- 46	- 13.50	9	38.32	- 33	- 3.84	19	15.28	+ 9	- 1.56
10	38.77	- 48	- 14.65	10	38.77	- 35	- 5.04	20	14.25	+ 5	- 7.53
11	38.97	- 25	+ 8.73	$y = 3.79 \pm 0.12$				21	8.65	+ 25	+ 1.76
12	39.19	- 24	+ 10.15					22	8.28	+ 31	+ 7.05
13	36.87	- 17	+ 12.74					23	7.62	+ 23	- 2.21
14	25.71	- 4	+ 4.55					24	7.80	+ 30	+ 5.13
15	25.70	- 5	+ 3.53					$y = 3.91 \pm 0.10$			
16	21.66	+ 6	+ 6.86								
17	19.86	+ 9	+ 6.44								
18	19.80	+ 12	+ 9.32	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $4.18 \pm 0.20$ „ „ steigende Temperatur = $0.75 \pm 0.32$ „ „ fallende „ = $1.00 \pm 0.29$							
19	15.28	+ 18	+ 6.74								
20	14.25	+ 14	+ 0.78								
21	8.65	+ 34	+ 10.15								
22	8.28	+ 40	+ 15.34								
23	7.62	+ 32	+ 6.19								
24	7.80	+ 39	+ 13.53								
$y = 3.90 \pm 0.19$											

Die Schwingungszeit des Pendels hat sich am Schluß der ersten Hälfte der Beobachtungen geändert, während sie in den beiden Hälften für sich konstant geblieben ist.

Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur				Ausgleichung für fallende Temperatur			
Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler
1	6.81	+ 18	+ 1.26	1	6.81	+ 20	+ 0.54	16	36.84	— 7	+ 10.69
2	6.62	+ 19	+ 2.03	2	6.62	+ 21	+ 1.29	17	37.29	— 23	— 4.84
3	6.72	+ 15	— 1.85	3	6.72	+ 17	— 2.58	18	28.05	— 16	— 7.47
4	6.42	+ 14	— 3.21	4	6.42	+ 16	— 3.98	19	28.21	— 8	+ 0.69
5	13.55	+ 10	+ 1.38	5	13.55	+ 12	+ 1.43	20	28.93	— 9	+ 0.44
6	13.86	+ 13	+ 4.75	6	13.86	+ 15	+ 4.83	21	20.10	— 7	— 6.76
7	13.98	+ 11	+ 2.90	7	13.98	+ 13	+ 2.99	22	19.79	+ 1	+ 0.92
8	24.01	— 4	— 0.02	8	24.01	— 2	+ 1.22	23	19.91	+ 3	+ 3.04
9	24.47	— 11	— 6.46	9	24.47	— 9	— 5.18	24	12.23	+ 7	— 0.96
10	24.77	— 7	— 2.10	10	24.77	— 5	— 0.78	25	11.57	+ 10	+ 1.35
11	32.77	— 22	— 7.46	11	32.77	— 20	— 5.23	26	6.79	+ 10	— 3.63
12	36.12	— 29	— 10.42	12	36.12	— 27	— 7.81	27	6.91	+ 13	— 0.51
13	35.78	— 23	— 4.83	13	35.78	— 21	— 2.26	28	6.49	+ 21	+ 7.05
14	36.55	— 15	+ 4.10	14	36.55	— 13	+ 6.75	$y = 3.04 \pm 0.14$			
15	36.58	— 13	+ 6.13	15	36.58	— 11	+ 8.79				
16	36.84	— 5	+ 14.45	$y = 3.32 \pm 0.11$			$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.04 \pm 0.17$				
17	37.29	— 21	— 1.01								
18	28.05	— 14	— 5.15	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.04 \pm 0.17$			" " steigende Temperatur = $1.98 \pm 0.27$				
19	28.21	— 6	+ 3.05								
20	28.93	— 7	+ 2.91	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.04 \pm 0.17$			" " fallende " = $0.86 \pm 0.29$				
21	20.10	— 5	— 5.73								
22	19.79	+ 3	+ 1.90	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.04 \pm 0.17$			" " steigende Temperatur = $1.98 \pm 0.27$				
23	19.91	+ 5	+ 4.04								
24	12.23	+ 9	— 1.21	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.04 \pm 0.17$			" " fallende " = $0.86 \pm 0.29$				
25	11.57	+ 12	+ 0.99								
26	6.79	+ 12	— 4.77	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.04 \pm 0.17$			" " steigende Temperatur = $1.98 \pm 0.27$				
27	6.91	+ 15	— 1.62								
28	6.49	+ 23	+ 5.87	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.04 \pm 0.17$			" " fallende " = $0.86 \pm 0.29$				
$y = 3.21 \pm 0.09$											

Eine Änderung der Schwingungszeit des Pendels während der Dauer der Beobachtungen hat nicht stattgefunden. Die bei steigender Temperatur sich zeigende Periode kann auch auf Uhrgang geschoben werden.

Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur				Ausgleichung für fallende Temperatur			
Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler
1	6°89	+ 28	+ 2.22	1	6°89	+ 30	+ 4.04	15	36°79	- 20	+ 7.91
2	6.62	+ 33	+ 6.72	2	6.62	+ 35	+ 8.51	16	37.10	- 29	- 0.52
3	6.79	+ 27	+ 1.04	3	6.79	+ 29	+ 2.84	17	37.43	- 33	- 3.92
4	6.46	+ 21	- 5.58	4	6.46	+ 23	- 3.80	18	28.09	- 7	+ 4.99
5	13.60	0	- 13.18	5	13.60	+ 2	- 10.92	19	28.17	- 17	- 4.86
6	13.92	+ 12	- 0.58	6	13.92	+ 14	+ 1.71	20	28.15	- 15	- 1.62
7	14.04	+ 9	- 3.35	7	14.04	+ 11	- 1.06	21	20.00	+ 5	+ 2.19
8	24.27	- 15	- 8.15	8	24.27	- 13	- 5.17	22	19.78	- 3	- 6.22
9	24.46	- 16	- 8.79	9	24.46	- 14	- 5.80	23	20.09	+ 2	- 0.65
10	24.68	- 6	+ 1.62	10	24.68	- 4	+ 4.63	24	12.19	+ 17	- 0.10
11	32.92	- 35	- 11.91	11	32.92	- 33	- 8.35	25	11.61	+ 17	- 1.17
12	36.92	- 34	- 3.41	12	36.92	- 32	+ 0.43	26	6.85	+ 26	- 0.88
13	35.86	- 30	- 1.39	13	35.86	- 28	+ 2.37	27	6.96	+ 28	+ 1.33
14	36.47	- 23	+ 6.75	14	36.47	- 21	+ 10.56	28	6.54	+ 31	+ 3.56
15	36.79	- 19	+ 11.35								
16	37.10	- 28	+ 2.93		$y = 3.94 \pm 0.15$				$y = 3.83 \pm 0.10$		
17	37.43	- 32	- 0.45								
18	28.09	- 6	+ 8.02								
19	28.17	- 16	- 1.83								
20	28.15	- 14	+ 1.45		$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen =	$1.48 \pm 0.17$					
21	20.00	+ 6	+ 4.83		„ „ steigende Temperatur =	$1.16 \pm 0.28$					
22	19.78	- 2	- 3.58		„ „ fallende „ =	$0.77 \pm 0.28$					
23	20.09	+ 3	+ 2.58								
24	12.19	+ 18	+ 2.17								
25	11.61	+ 18	+ 1.03								
26	6.85	+ 27	+ 1.15								
27	6.96	+ 29	+ 3.36								
28	6.54	+ 32	+ 5.57								
$y = 3.88 \pm 0.10$											

Es kann nur eine geringfügige Änderung der Schwingungszeit vorgekommen sein.

Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur			Ausgleichung für fallende Temperatur				
Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Tempe- ratur	Beob- achtete „l“	Übrig- bleibende Fehler
1	7.04	+ 33	+ 8.70	1	7.04	+ 36	+ 10.32	16	36.77	- 20	+ 4.98
2	6.79	+ 21	- 3.73	2	6.79	+ 24	- 2.13	17	37.21	- 30	- 4.35
3	6.95	+ 29	+ 4.54	3	6.95	+ 32	+ 6.16	18	28.07	- 8	+ 3.71
4	6.60	+ 27	+ 1.94	4	6.60	+ 30	+ 3.52	19	28.24	- 21	- 9.03
5	13.53	+ 11	- 2.07	5	13.53	+ 14	+ 0.09	20	29.01	- 15	- 1.86
6	13.86	+ 3	- 9.50	6	13.86	+ 6	- 7.31	21	20.21	+ 1	+ 0.72
7	13.98	+ 1	- 11.29	7	13.98	+ 4	- 9.09	22	19.82	+ 10	+ 9.13
8	24.01	- 10	- 4.93	8	24.01	- 7	- 1.89	23	19.83	+ 2	+ 1.14
9	24.52	- 19	- 13.05	9	24.52	- 16	- 9.97	24	12.29	+ 15	+ 2.64
10	24.85	- 10	- 3.48	10	24.85	- 7	- 0.37	25	11.56	+ 10	- 3.47
11	32.74	- 27	- 6.83	11	32.74	- 24	- 3.06	26	6.78	+ 13	- 7.76
12	35.79	- 32	- 6.55	12	35.79	- 29	- 2.52	27	6.89	+ 19	- 1.59
13	35.81	- 27	- 1.52	13	35.81	- 24	+ 2.51	28	6.47	+ 27	+ 5.77
14	36.63	- 28	- 1.10	14	36.63	- 25	+ 3.00	$y = 3.53 \pm 0.16$			
15	36.51	- 20	+ 6.69	15	36.51	- 17	+ 10.78				
16	36.77	- 16	+ 11.14	$y = 3.81 \pm 0.14$							
17	37.21	- 26	+ 1.91								
18	28.07	- 4	+ 8.09	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $1.81 \pm 0.17$ " " steigende Temperatur = $1.45 \pm 0.27$ " " fallende " = $0.95 \pm 0.29$							
19	28.24	- 17	- 4.62								
20	29.01	- 11	+ 2.72								
21	20.21	+ 5	+ 3.49								
22	19.82	+ 14	+ 11.82								
23	19.83	+ 6	+ 3.83								
24	12.29	+ 19	+ 3.79								
25	11.56	+ 14	- 2.48								
26	6.78	+ 19	- 5.75	$y = 3.73 \pm 0.11$							
27	6.89	+ 25	+ 0.44								
28	6.47	+ 33	+ 7.72								

Auch bei diesem Pendel ist die Änderung der Schwingungszeit verschwindend gewesen.

Ausgleichung der Gesamtbeobachtungen				Ausgleichung für steigende Temperatur			Ausgleichung für fallende Temperatur				
Nr. der Beobachtung	Temperatur	Beobachtete „l“	Übrigbleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Temperatur	Beobachtete „l“	Übrigbleibende Fehler	Nr. der Beobachtung	Temperatur	Beobachtete „l“	Übrigbleibende Fehler
1	7°02	+ 31	+ 3.87	1	7°02	+ 32	— 6.56	15	36°81	+ 32	+ 2.45
2	6.85	+ 32	+ 4.35	2	6.85	+ 33	— 2.32	16	36.95	+ 33	+ 3.08
3	6.98	+ 40	+ 12.79	3	6.98	+ 41	+ 1.40	17	37.36	+ 41	+ 11.37
4	6.64	+ 30	+ 2.12	4	6.64	+ 31	+ 1.07	18	27.99	+ 31	+ 0.61
5	13.56	+ 9	— 5.18	5	13.56	+ 10	+ 4.37	19	28.16	+ 10	— 5.04
6	13.88	+ 11	— 2.55	6	13.88	+ 12	+ 0.61	20	28.87	+ 12	— 2.33
7	14.00	+ 5	— 8.31	7	14.00	+ 6	+ 0.20	21	20.03	+ 6	— 8.06
8	24.13	— 14	— 7.26	8	24.13	— 13	+ 2.73	22	19.76	— 13	— 4.59
9	24.46	— 20	— 12.60	9	24.46	— 19	+ 4.17	23	20.01	— 19	— 9.86
10	24.71	— 9	— 1.11	10	24.71	— 8	+ 0.44	24	12.20	— 8	+ 1.70
11	32.84	— 34	— 10.01	11	32.84	— 33	+ 0.50	25	11.59	— 33	— 5.27
12	36.50	— 42	— 10.07	12	36.50	— 41	+ 0.17	26	6.81	— 41	— 5.15
13	35.80	— 25	+ 4.85	13	35.80	— 24	— 2.60	27	6.94	— 24	+ 10.30
14	36.48	— 26	+ 5.19	14	36.48	— 25	— 3.35	28	6.51	— 25	+ 10.81
15	36.81	— 33	— 1.15	$y = 4.22 \pm 0.17$			$y = 3.74 \pm 0.07$				
16	36.95	— 29	+ 3.13								
17	37.36	— 26	+ 6.94	$\frac{2A}{B}$ für die Gesamtbeobachtungen = $2.21 \pm 0.17$ „ „ steigende Temperatur = $1.81 \pm 0.28$ „ „ fallende „ = $1.61 \pm 0.28$							
18	27.99	— 10	+ 4.39								
19	28.16	— 7	+ 7.72								
20	28.87	— 12	+ 4.13								
21	20.03	+ 3	+ 1.63								
22	19.76	+ 6	+ 4.09								
23	20.01	+ 7	+ 5.59								
24	12.20	+ 16	— 0.88								
25	11.59	+ 18	— 0.08								
26	6.81	+ 26	— 1.55								
27	6.94	+ 23	— 4.29								
28	6.51	+ 23	— 5.14								
$y = 3.98 \pm 0.11$											

Eine Änderung der Schwingungszeit hat stattgefunden und zwar sowohl in der ersten als auch in der zweiten Hälfte der Beobachtungen.

Aus den vorstehenden Tabellen habe ich die folgende

*Zusammenstellung der ermittelten Temperaturkoeffizienten*

Nr. der Pendel	1911						1912						Angewandter Mittelwert a.d. Gesamtbeobachtungen	Mittlerer Fehler	1904		1906		Mit- tel aus 1904 und 1906	Mit- tlerer Fehler
	Abgeleitet aus						Abgeleitet aus								Aus Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler	Aus Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler		
	Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler	steigender Temperatur	Mittlerer Fehler	fallender Temperatur	Mittlerer Fehler	Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler	steigender Temperatur	Mittlerer Fehler	fallender Temperatur	Mittlerer Fehler								
	±		±		±		±		±		±		±		±		±		±	
76	3.52	0.10	3.33	0.10	3.63	0.11	3.21	0.09	3.32	0.11	3.04	0.14	3.37	0.07	3.88	0.15	2.81	0.10	3.35	0.09
77	3.69	0.14	3.42	0.09	3.86	0.10	3.88	0.10	3.94	0.15	3.83	0.10	3.79	0.09	3.77	0.12	3.33	0.10	3.55	0.08
78	3.54	0.19	3.40	0.19	3.55	0.16	3.73	0.11	3.81	0.14	3.53	0.16	3.64	0.11	—	—	—	—	—	—
79	3.90	0.19	3.79	0.12	3.91	0.10	3.98	0.11	4.22	0.17	3.74	0.07	3.94	0.11	4.23	0.18	3.17	0.18	3.70	0.13

gebildet. Zu den Beobachtungen aus den Jahren 1911 und 1912 habe ich auch die früher\*) veröffentlichten Bestimmungen für die Pendel 76, 77 und 79 aus den Jahren 1904 und 1906 hinzugefügt. Die letzten beiden Bestimmungen sind noch in dem alten mit Wasserheizung versehenen Wärmekasten des Geodätischen Institutes vorgenommen, der an der gleichen Stelle im Ostkeller stand, wie jetzt der neue, elektrisch geheizte. Es ist bemerkenswert, daß die Ergebnisse der Jahre 1911 und 1912 mit denjenigen aus den Jahren 1904 und 1906 in genügender Übereinstimmung sich befinden. Die Ergebnisse, die mit dem alten Heizkasten erhalten wurden, sind demnach ebenso zuverlässig, wie die jetzigen. Die größeren Unterschiede in den Koeffizienten der Jahre 1904 und 1906 muß ich auf unbekannte zufällige Ursachen schieben, da die Zahlen aus den Jahren 1911 und 1912 eine vermutete molekulare Änderung nicht erkennen lassen.

Im Jahre 1911 sind die Koeffizienten aus Beobachtungen bei steigender Temperatur größer als die aus Beobachtungen bei fallender Temperatur, 1912 ist es umgekehrt, so daß aus diesen Unterschieden bündige Schlüsse nicht zu ziehen sind.

Für die Reduktion der Außenbeobachtungen sind die Mittel der Koeffizienten aus den Jahren 1911 und 1912 verwendet worden.

Im folgenden gebe ich noch eine Zusammenstellung der Quotienten

$$\frac{2A}{B} \pm \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

für alle vier Jahre.

\*) Veröffentlichung des Königl. Preußischen Geodätischen Institutes. Neue Folge Nr. 41. L. HAASEMANN: *Bestimmung der Intensität der Schwerkraft auf 42 Stationen im nördlichen Teile von Hannover und im Saaletale von Jena bis zur Elbe.* Berlin 1909. Seite 43 f.

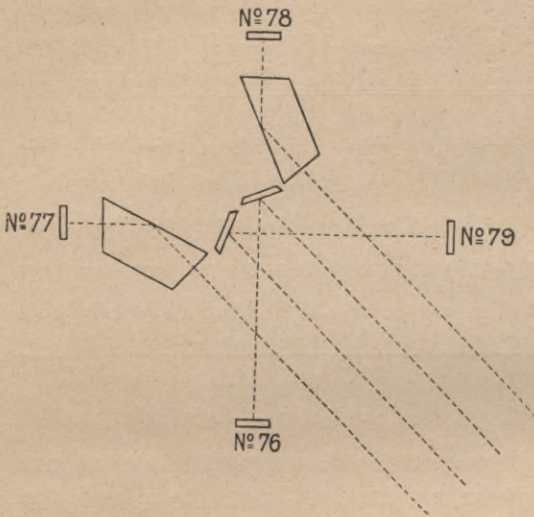
Nr. des Pendels	1911					1912					1904		1906			
	Aus Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler	Beobachtungen bei steigender Temperatur	Mittlerer Fehler	Beobachtungen bei fallender Temperatur	Mittlerer Fehler	Aus Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler	Beobachtungen bei steigender Temperatur	Mittlerer Fehler	Beobachtungen bei fallender Temperatur	Mittlerer Fehler	Aus Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler	Aus Gesamt- beobachtungen	Mittlerer Fehler
		±		±		±		±		±		±		±		±
76	2.44	0.21	1.07	0.32	1.17	0.29	1.04	0.17	1.98	0.27	0.86	0.29	2.45	0.38	0.82	0.32
77	4.66	0.21	1.48	0.32	1.08	0.29	1.48	0.17	1.16	0.28	0.77	0.28	1.34	0.38	1.06	0.32
78	4.28	0.21	1.47	0.32	1.95	0.29	1.81	0.17	1.45	0.27	0.95	0.29	—	—	—	—
79	4.18	0.21	0.75	0.32	1.00	0.29	2.21	0.17	1.81	0.28	1.61	0.28	1.51	0.38	1.15	0.32

Die systematischen Fehler, die durch die Quotienten  $\frac{2A}{B}$  angezeigt werden, beruhen in erster Linie auf den Änderungen der Schwingungszeiten während der Beobachtungszeit. Daß die Quotienten in den Jahren 1904 und 1906 kleiner sind, als in den anderen beiden Jahren, ist nicht verwunderlich, da die Reihen 1904 und 1906 zeitlich etwa den vierten Teil der Beobachtungszeit für die Reihen 1911 und 1912 in Anspruch nahmen. Außerdem wurden die Beobachtungen 1911 und 1912 mehrfach bei verschiedenen Temperaturen bei langsamem Aufsteigen und wieder langsamem Absteigen angestellt, so daß ein kleiner Einfluß der Art der Beobachtung neben der längeren Zeitdauer wohl nicht von der Hand zu weisen ist. Weiter kommt, wie schon erwähnt, noch in Betracht, daß im Jahre 1912 aus später zu erörternden Gründen die Hauptschneiden der Pendel um 4 mm schmaler gemacht sind, und zwar an jeder Seite um 2 mm. Eine erhöhte Beständigkeit der Schwingungsdauer, die durch diesen Eingriff hervorgerufen wurde, ist wahrscheinlich.

### § 8. Die Pendelbeobachtungen.

In diesem Jahre verwandte ich zum ersten Male den neuen Vierpendelapparat des Geodätischen Instituts, der vom Institutsmechaniker FECHNER hergestellt ist. Die Bauart unterscheidet sich nicht wesentlich von derjenigen der öfter beschriebenen Dreipendelapparate von STÜCKRATH. Die vier Pendel, von denen je zwei diametral gegenüberhängen, geben die Skalenbilder gleichzeitig im Koinzidenzfernrohr wieder und zwar so, daß die von zwei gegenüberliegenden Pendeln herrührenden Bilder neben einander erscheinen. Die Reflexion der Bilder geschieht an je zwei Spiegeln und Prismen, deren Anordnung auf der Oberfläche der Tragsäule des Pendelapparates von Herrn Geheimer Regierungsrat BORRASS angegeben wurde. Zum Übergang von der Beobachtung eines Pendels zu der des folgenden, genügt eine kleine Verschiebung des Koinzidenzapparates.

Die Bestimmung des Mitschwingens ist erleichtert durch das Nebeneinanderliegen der zugehörigen Skalenbilder. Die nebenstehende Skizze gibt die Anordnung der Spiegel und Prismen wieder.



Anordnung von Prismen und Spiegeln in dem Vierpendelapparat.

Für die Beobachtungen war die schon in früheren Jahren bewährte Methode maßgebend. Nach erhaltener Zeitbestimmung wurden in 12-stündiger Zwischenzeit zwei Reihen von 4 Pendeln beobachtet; diese Beobachtungen genühten im allgemeinen, falls am Schlusse des Beobachtungstages eine zweite Zeitbestimmung erlangt werden konnte. War die Beobachtung einer zweiten Zeitbestimmung am Ende des ersten Tages unmöglich, so wurden die Pendelbeobachtungen wie am ersten Tage fortgesetzt, bis die Schlußzeitbestimmung gelang. Bei günstigem Wetter sind auf einigen Stationen zur Erhöhung des MaBes der Genauigkeit

statt der üblichen zwei, drei Zeitbestimmungen gemacht. Vor Beginn und nach Schluß der Pendelbeobachtungen wurde das Mitschwingen nach der Zweipendelmethode bestimmt.

Am Pendelapparat sind seitlich zwei Thermometer angebracht, von denen für die Reduktion der Beobachtungen nur das an der linken Seite befindliche Pendelthermometer des Geodätischen Instituts *Magazin II* benutzt wurde. Das zweite wurde zur Kontrolle mitabgelesen, um auf alle Fälle gesichert zu sein. Die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu *Charlottenburg* ermittelten Korrekturen der beiden Thermometer sind die folgenden.

	<i>Mg II</i>	Nr. 11217
Bei 0°	— 0.02	— 0.02
10	+ 0.02	± 0.00
20	+ 0.10	— 0.02
30	+ 0.12	+ 0.02
40	+ 0.18	+ 0.04

Als Barometer wurde das Aneroid *BOHNE 938* benutzt, dessen Standkorrektur nach verschiedenen von Herrn Prof. *WANACH* ausgeführten Vergleichen + 2.00 mm betrug. Der Temperaturkoeffizient des Aneroides ist nach Untersuchungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt verschwindend.



Als Temperaturkoeffizienten sind die Mittelwerte der Bestimmungen aus den beiden Jahren 1911 und 1912 genommen, die ich der Vollständigkeit halber nochmal von Seite 28 wiederhersetze:

Nr. 76	Temperaturkoeffizient	=	$3.37 \pm 0.07$
„ 77	„	=	$3.79 \pm 0.09$
„ 78	„	=	$3.64 \pm 0.11$
„ 79	„	=	$3.94 \pm 0.11$

Auch für die Dichtekoeffizienten sind die Neubestimmungen im Vierpendelapparat nach Seite 13 angenommen

Nr. 76	Dichtekoeffizient	=	$694.4 \pm 8.0$	} Angenommen für beide Pendel $694.0 \pm 7.0$ .
„ 77	„	=	$693.1 \pm 5.2$	
„ 78	„	=	$705.5 \pm 9.4$	
„ 79	„	=	$680.7 \pm 7.0$	

Die Koeffizienten sind in Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeiten gegeben.

Die Beobachtungen auf der Reise gingen ohne weitere erwähnenswerte Schwierigkeiten von statten. Nur auf der Station *Corbach* schienen sich die beiden Pendel Nr. 77 und Nr. 79 nach der ersten Beobachtung so stark geändert zu haben, daß ich eine erneute Einhängung der Pendel in den Apparat vornehmen mußte. Hiernach zeigten sich die Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel von ihrem Mittelwerte wieder in normaler Größe. Da ich in der ersten Aufhängung keinen Fehler hatte entdecken können, so stand ich vorläufig vor einem unlösbaren Rätsel. Auf den folgenden Stationen zeigte sich keine bemerkenswerte Abweichung der Schwingungszeiten. Die Pendel hielten sich gut. Erst nach eingehenden Versuchen in den Jahren 1911 und 1912, die ich zum Teil unterstützt von dem Ingenieur der Niederländischen Gradmessungskommission Herrn Dr. VENING-MEINESS aus *Zeist* anstellte, konnte ich feststellen, daß die Form beziehungsweise die Länge der Hauptschnitten der Pendel die Schuld an der plötzlichen Änderung der Schwingungszeit in *Corbach* getragen hatten. Die Pendel sind von dem Mechaniker STÜCKRATH in *Friedenau* angefertigt. Solange sie in dem Dreipendelapparat, der auch von STÜCKRATH herrührt, beobachtet wurden, hatte ich nie eine solch auffallende Änderung der Schwingungszeiten der Pendel bemerkt. Meine erste Vermutung, daß die Schuld der Änderungen an den Lagern des Vierpendelapparates liegen könnte, bestätigte sich nicht, denn sie zeigten sich als tadellos eben gearbeitet. Es blieb nun nur noch übrig die Hauptschnitten der Pendel genauer zu untersuchen und dabei stellte sich dann heraus, daß die Schnitten nicht einwandfrei waren. Eine Verkürzung der Schnitten hat dann auch zu guten Erfolgen geführt. Späterhin sind unerklärliche Änderungen der Schwingungszeiten nicht mehr vorgekommen.

Um mich vor unangenehmen Überraschungen in Bezug auf das Verhalten der Schwingungszeiten der Pendel nach Möglichkeit zu schützen, habe ich von der Station *Corbach* an auf allen Stationen schon vor der erlangten ersten Zeitbestimmung eine Versuchsreihe beobachtet. Stimmt bei dieser die Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel gegen die des mittleren Pendels genügend, so ließ ich die Haube über dem Apparat stehen und beobachtete nach erlangter Zeitbestimmung, ohne die Pendel während der Stationsdauer weiter zu berühren. Auf den folgenden Stationen habe ich eine nochmalige Änderung der Pendelschwingungszeiten nicht wieder bemerkt.

Ich lasse jetzt die Übersichtstabellen der Schwingungszeiten der Pendel hier folgen.

Pendel-Nr.	Genährtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Urgang			
<b>Potsdam, Mittelkeller. Juni 4 und 5. 1914.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50	—	—	—	—	—	<b>0.50</b>		
78	3 <sup>p</sup> 9	32.804	22.8	16.8	14.01	14.01	80	46.2	-3.6	29	77389	11	51	656	6	36	76629	+121
76	4.6	32.689	17.5	12.5	14.01	14.03	80	46.0	-3.6	29	77666	6	47	645	6	36	76926	-176
79	5.4	32.895	16.8	12.5	14.03	14.03	80	46.1	-3.6	29	77172	6	55	633	6	37	76435	+315
77	6.2	32.651	20.3	16.3	14.03	14.03	80	46.0	-3.6	29	77758	9	53	645	6	37	77008	-258
																<b>76750</b>		
78	6 <sup>a</sup> 2	32.804	19.3	14.4	14.05	14.05	82	45.9	-3.7	29	77389	8	51	656	6	36	76632	+122
76	6.9	32.688	19.3	14.2	14.05	14.07	82	46.0	-3.7	29	77669	8	47	645	6	36	76927	-173
79	7.6	32.888	17.0	12.5	14.07	14.07	82	46.0	-3.7	29	77189	6	55	633	6	37	76452	+302
77	8.2	32.653	20.0	15.0	14.07	14.09	82	46.0	-3.7	29	77753	8	53	645	6	37	77004	-250
																<b>76754</b>		
<b>Juni 6.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50	—	—	—	—	—	<b>0.50</b>		
78	6 <sup>a</sup> 3	32.802	19.3	13.8	14.09	14.11	82	49.5	-3.7	33	77394	7	51	659	2	36	76639	+117
76	6.9	32.687	18.0	12.8	14.11	14.11	82	49.8	-3.7	34	77671	6	48	648	2	36	76931	-175
79	7.6	32.892	17.0	12.5	14.11	14.15	82	50.0	-3.7	34	77179	6	56	636	2	37	76442	+314
77	8.3	32.652	20.0	15.0	14.15	14.19	82	50.2	-3.7	34	77758	8	53	648	2	37	77010	-254
																<b>76756</b>		
78	4 <sup>p</sup> 4	32.804	18.8	13.4	14.25	14.25	82	49.9	-3.7	33	77389	7	52	659	2	36	76633	+122
76	5.0	32.686	18.0	12.5	14.25	14.27	82	50.1	-3.7	33	77674	7	48	648	2	36	76933	-178
79	5.6	32.892	17.5	12.5	14.27	14.31	82	50.3	-3.7	33	77179	6	56	635	2	37	76443	+312
77	6.2	32.651	19.8	14.5	14.31	14.37	82	50.7	-3.7	34	77758	8	54	648	2	37	77009	-254
																<b>76755</b>		
<b>Juni 7.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50	—	—	—	+	—	<b>0.50</b>		
78	6 <sup>a</sup> 3	32.806	18.8	13.3	14.29	14.31	82	54.8	-3.7	39	77385	7	52	663	2	36	76629	+125
76	6.9	32.685	18.0	12.8	14.31	14.33	82	55.1	-3.7	39	77676	6	48	652	2	36	76936	-182
79	7.6	32.890	17.5	12.5	14.33	14.37	82	55.2	-3.7	39	77184	6	57	639	2	37	76447	+307
77	8.3	32.653	19.3	14.1	14.37	14.39	82	55.3	-3.7	39	77753	8	55	652	2	37	77003	-249
																<b>76754</b>		
78	3 <sup>p</sup> 8	32.807	20.0	14.5	14.45	14.47	82	54.1	-3.8	38	77382	8	53	662	2	36	76625	+127
76	4.5	32.684	17.8	13.0	14.47	14.51	82	54.4	-3.8	38	77678	6	49	651	2	36	76938	-186
79	5.1	32.892	17.3	12.5	14.51	14.55	82	54.7	-3.8	38	77179	6	57	639	2	37	76442	+310
77	5.7	32.654	18.8	13.6	14.55	14.61	82	54.6	-3.8	38	77750	7	55	651	2	37	77002	-250
																<b>76752</b>		

Pendel-Nr.	Genüßtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektur des Luftdrucks wegen der Feuchteit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang	Mit-schwingen		
<b>Juni 8.</b>																		
78	6.2	32.805	18.3	13.0	14.51	14.51	82	57.0	-3.8	41	77387	7	53	664	2	36	76629	+126
76	6.8	32.686	17.5	12.5	14.51	14.53	82	57.0	-3.8	41	77674	6	49	653	2	36	76932	-177
79	7.5	32.887	17.5	12.5	14.53	14.55	82	57.0	-3.8	41	77191	6	57	641	2	37	76452	+303
77	8.3	32.651	19.8	14.5	14.55	14.57	82	57.0	-3.8	41	77758	8	55	653	2	37	77007	-252
												<b>76755</b>						
78	4.3	32.806	19.3	13.6	14.61	14.61	82	55.0	-3.8	38	77385	7	53	662	2	36	76629	+120
76	5.0	32.689	18.3	12.5	14.61	14.67	82	55.0	-3.8	38	77666	6	49	651	2	36	76926	-177
79	5.7	32.894	17.0	12.0	14.67	14.69	82	55.1	-3.8	38	77174	6	58	639	2	37	76436	+313
77	6.5	32.653	20.0	14.5	14.69	14.71	82	55.3	-3.8	38	77753	8	56	651	2	37	77003	-254
												<b>76749</b>						

**1. Paderborn. Juni 17 und 18.**

78	11.3	33.158	21.8	15.3	17.82	17.74	85	56.0	-4.8	28	76552	9	65	655	981	29	76775	+145
76	12.0	33.024	21.5	15.0	17.74	17.80	85	56.0	-4.8	28	76866	9	60	644	981	29	77105	-185
79	12.7	33.226	22.5	15.5	17.80	17.88	85	56.0	-4.8	28	76392	10	70	632	981	36	76625	+295
77	1.4	32.988	22.5	16.3	17.88	17.94	85	56.0	-4.9	27	76952	10	68	643	981	36	77176	-256
												<b>76920</b>						
78	10.4	33.145	20.0	13.5	17.76	17.80	70	57.1	-4.0	30	76581	8	65	657	981	29	76803	+126
76	11.1	33.024	21.3	15.0	17.80	17.84	70	57.1	-3.9	30	76866	7	60	645	981	29	77106	-177
79	11.8	33.224	22.5	16.0	17.84	17.86	70	57.1	-3.8	30	76397	10	70	633	981	36	76629	+300
77	12.5	32.987	22.5	16.1	17.86	17.90	70	57.1	-3.8	30	76954	10	68	645	981	36	77176	-247
												<b>76929</b>						

**Juni 18 und 19.**

78	11.0	33.144	22.0	15.8	18.00	18.02	65	57.7	-3.7	31	76583	10	66	657	965	29	76786	+127
76	11.7	33.017	21.3	15.3	18.02	18.02	65	57.8	-3.7	31	76883	9	61	646	965	29	76103	-190
79	12.4	33.229	22.5	16.0	18.02	18.00	65	57.9	-3.7	31	76385	10	71	634	965	36	76599	+314
77	1.2	32.986	17.5	12.5	18.00	18.00	65	57.9	-3.7	31	76956	6	68	646	965	36	77165	-252
												<b>76913</b>						
78	9.5	33.151	21.8	15.4	17.98	17.98	63	58.0	-3.6	31	76568	9	65	657	965	29	76773	+134
76	10.2	33.022	21.0	15.0	17.98	18.00	63	57.9	-3.6	31	76871	9	61	646	965	29	77091	-184
79	10.9	33.228	22.5	15.5	18.00	18.06	63	57.7	-3.6	31	76388	10	71	634	965	36	76602	+305
77	11.8	32.987	16.3	12.0	18.06	18.10	63	57.6	-3.6	31	76954	5	69	646	965	36	77163	-256
												<b>76907</b>						

**2. Warburg an der Diemel. Juni 22.**

78	12.1	32.888	18.5	13.4	18.12	17.50	60	41.4	-3.4	12	77189	7	65	644	468	72	76869	+160
76	12.8	32.755	17.6	13.0	17.50	16.96	60	41.3	-3.3	14	77507	6	58	634	468	72	77205	-176
79	1.5	32.948	18.5	13.3	16.96	16.50	60	41.3	-3.2	15	77046	7	66	623	468	74	76744	+285
77	2.2	32.714	17.5	12.5	16.50	16.00	60	41.2	-3.1	17	77606	6	62	636	468	74	77296	-267
												<b>77029</b>						
78	10.3	32.887	18.8	13.8	15.04	15.90	65	39.9	-3.2	17	77191	7	56	647	468	72	76877	+154
76	11.0	32.753	17.5	12.5	15.90	16.57	65	39.7	-3.3	15	77512	6	55	635	468	72	77212	-181
79	11.7	32.951	18.8	13.8	16.57	17.34	65	39.6	-3.5	12	77040	7	67	621	468	74	76739	+292
77	12.4	32.714	16.8	12.3	17.34	18.09	65	39.4	-3.7	11	77606	6	67	632	468	74	77295	-264
												<b>77031</b>						

Pendel-Nr.	Genähertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekationen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Ubergang	Mit-schwingen		
Juni 22 und 23.																		
78	8 <sup>h</sup> 2	32 <sup>s</sup> 876	22.5	16.0	19.96	19.76	80	37.4	-5.2	898	77218	10	72	634	468	72	76898	+149
76	8.9	32.744	17.5	12.5	19.76	19.58	80	37.5	-5.1	899	77533	6	66	620	468	72	77237	-190
79	9.6	32.941	18.8	13.3	19.58	19.21	80	37.8	-5.0	900	77063	7	76	613	468	74	76761	+286
77	10.3	32.716	16.3	12.0	19.21	18.71	80	38.3	-4.9	902	77602	5	72	626	468	74	77293	-246
<b>77047</b>																		
78	9 <sup>h</sup> 6	32.874	21.0	15.0	15.28	15.66	74	40.3	-3.6	917	77222	9	56	647	468	72	76906	+139
76	10.3	32.744	17.5	12.5	15.66	15.98	74	40.1	-3.7	916	77533	6	53	636	468	72	77234	-189
79	11.0	32.946	18.8	13.5	15.98	16.23	74	40.4	-3.8	915	77051	7	63	623	468	74	76752	+293
77	11.7	32.718	17.5	12.5	16.23	16.17	74	40.6	-3.8	915	77597	6	61	635	468	74	77289	-244
<b>77045</b>																		
3. Corbach. Juni 25 und 26.																		
78	1 <sup>h</sup> 8	32 <sup>s</sup> 717	15.0	11.1	16.03	16.01	78	16.0	-4.0	885	77599	5	58	625	102	29	76984	+146
76	2.5	32.584	17.3	12.5	16.01	16.00	78	15.7	-4.0	885	77920	6	54	614	102	29	77319	-189
79	3.3	32.782	20.0	14.1	16.00	16.00	78	15.5	-4.0	884	77442	8	63	602	102	34	76837	+293
77	4.1	32.554	18.6	13.5	16.00	16.02	78	15.3	-4.0	884	77993	7	61	614	102	34	77379	-249
<b>77130</b>																		
78	11.5	32.717	16.0	11.5	15.77	15.77	80	13.8	-4.0	883	77599	5	57	623	102	29	76987	+141
76	12 <sup>h</sup> 2	32.582	17.3	12.5	15.77	15.83	80	13.5	-4.0	882	77925	6	53	612	102	29	77327	-199
79	1.9	32.787	18.8	13.6	15.83	15.91	80	13.6	-4.0	882	77430	7	63	601	102	34	76827	+301
77	2.6	32.560	17.5	12.5	15.91	15.97	80	13.7	-4.0	882	77979	6	60	612	102	34	77369	-241
<b>77128</b>																		
4. Wildungen. Juni 29 und 30.																		
78	11 <sup>h</sup> 7	32 <sup>s</sup> 648	17.0	12.5	16.25	16.33	70	31.8	-3.6	904	77765	6	60	638	17	52	76992	+123
76	12 <sup>h</sup> 4	32.530	18.5	13.5	16.33	16.43	70	31.6	-3.6	904	78052	7	55	627	17	52	77294	-179
79	1.1	32.729	15.0	10.5	16.43	16.51	70	31.6	-3.6	903	77570	4	65	615	17	51	76818	+297
77	1.9	32.503	17.8	13.0	16.51	16.61	70	31.4	-3.6	903	78118	6	63	627	17	51	77354	-239
<b>77115</b>																		
78	10.2	32.647	17.3	12.5	16.25	16.27	75	28.0	-3.9	899	77767	6	59	635	17	52	76998	+121
76	10.9	32.531	18.3	13.8	16.27	16.41	75	27.7	-3.9	898	78049	7	55	623	17	52	77295	-176
79	11.6	32.729	15.0	10.6	16.41	16.47	75	27.5	-3.9	898	77570	4	65	612	17	51	76821	+298
77	12 <sup>h</sup> 4	32.502	17.5	12.5	16.47	16.65	75	27.2	-3.9	897	78120	6	63	622	17	51	77361	-242
<b>77119</b>																		
Juni 30 und Juli 1.																		
78	8 <sup>h</sup> 3	32 <sup>s</sup> 645	17.5	12.5	16.35	16.45	72	28.8	-3.8	900	77772	6	60	635	17	52	77002	+122
76	9.0	32.527	18.2	13.0	16.45	16.49	72	29.1	-3.8	900	78059	7	56	625	17	52	77302	-178
79	9.8	32.725	15.0	11.0	16.49	16.53	72	29.4	-3.8	900	77579	5	65	613	17	51	76828	+296
77	10.6	32.500	17.5	12.0	16.53	16.57	72	29.5	-3.8	900	78125	6	63	625	17	51	77363	-239
<b>77124</b>																		
78	9 <sup>h</sup> 6	32.442	16.8	12.5	16.25	16.33	72	30.9	-3.8	903	77780	6	59	638	17	52	77008	+121
76	10.3	32.526	18.0	13.3	16.33	16.41	72	31.1	-3.8	903	78062	7	55	627	17	52	77304	-175
79	11.0	32.721	15.0	11.0	16.41	16.45	72	31.3	-3.8	903	77589	5	65	615	17	51	76836	+293
77	11.8	32.498	17.5	12.5	16.45	16.50	72	31.4	-3.8	903	78130	6	62	627	17	51	77367	-238
<b>77129</b>																		

Pendel-Nr.	Genähertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzen-intervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang	Mit-schwingen		

**5. Rosenthal in Hessen. Juli 4 und 5.**

78	11 <sup>p</sup> 0	32 <sup>s</sup> 658	17.5	12.5	12.38	12.10	78	34.7	-3.1	22	77741	6	45	651	10	28	77001	+138
76	11.7	32.534	17.8	12.8	12.10	11.74	78	34.8	-3.0	23	78042	6	40	641	10	28	77317	-178
79	12.4	32.733	17.3	12.3	11.74	11.45	78	34.9	-3.0	24	77560	6	46	629	10	38	76831	+308
77*	9.6	32.491	17.8	13.0	11.27	11.31	78	35.8	-3.2	26	78147	6	43	643	10	38	77407	-268
																	<b>77139</b>	
78	10.3	32.653	17.5	12.5	11.31	11.50	85	35.8	-3.2	25	77753	6	42	653	10	28	77014	+150
76	11.0	32.518	17.5	12.5	11.50	11.65	85	35.6	-3.2	24	78081	6	39	641	10	28	77357	-193
79	11.8	32.717	17.5	12.5	11.65	11.92	85	35.4	-3.2	24	77599	6	46	629	10	38	76870	+294
77	12 <sup>p</sup> 5	32.488	17.8	12.8	11.92	12.06	85	35.1	-3.2	22	78155	6	45	640	10	38	77416	-252
																	<b>77164</b>	

\* Die Nachtbeobachtung des Pendels Nr. 77 mußte gestrichen werden, weil eine Störung eingetreten war, deren Ursache in der Nacht nicht entdeckt werden konnte. Bei Tageslicht fand ich, daß eine kleine Spinne einen Faden vom Pendel zur Wand gezogen und dadurch eine zunächst unerklärliche Abnahme der Amplitude hervorgerufen hatte. Nach Beseitigung des Übels wurde ohne Pause weiter beobachtet. Zur Kontrolle ist noch die folgende Nachmittagsreihe genommen.

Juli 5.

78	1 <sup>p</sup> 8	32 <sup>s</sup> 651	17.5	12.0	12.34	12.58	78	34.8	-3.1	21	77758	6	46	650	10	28	77018	+142
76	2.6	32.520	16.8	12.0	12.58	13.00	78	34.9	-3.2	20	78076	6	43	639	10	28	77350	-190
79	3.3	32.719	17.5	12.5	13.00	13.27	78	34.9	-3.3	19	77594	6	52	626	10	38	76862	+298
77	4.0	32.489	17.8	13.0	13.27	13.37	78	34.9	-3.3	18	78151	7	50	637	10	38	77409	-249
																	<b>77160</b>	

Juli 5 und 6.

78	9 <sup>p</sup> 9	32 <sup>s</sup> 646	15.0	10.6	13.14	13.04	80	35.9	-3.3	20	77770	4	48	650	10	28	77030	+135
76	10.6	32.522	15.0	11.3	13.04	12.94	80	35.7	-3.3	20	78071	5	44	639	10	28	77345	-180
79	11.3	32.715	19.3	14.0	12.94	12.84	80	35.6	-3.3	20	77604	8	50	627	10	38	76871	+294
77	12 <sup>p</sup> 1	32.487	18.3	13.3	12.84	12.74	80	35.5	-3.3	20	78156	7	49	639	10	38	77413	-248
																	<b>77165</b>	
78	9.9	32.648	15.0	10.6	11.21	11.41	89	30.4	-3.3	19	77765	4	41	649	10	28	77033	+136
76	10.6	32.521	15.0	11.2	11.41	11.63	89	30.1	-3.3	18	78074	5	39	637	10	28	77355	-186
79	11.3	32.716	19.0	14.0	11.63	11.75	89	29.8	-3.3	17	77602	7	46	625	10	38	76876	+293
77	12 <sup>p</sup> 0	32.491	17.8	13.0	11.75	11.87	89	29.4	-3.3	16	78147	6	45	636	10	38	77412	-243
																	<b>77169</b>	

Juli 6.

78	8 <sup>p</sup> 6	32 <sup>s</sup> 648	15.0	10.6	12.42	12.42	89	26.2	-3.6	10	77766	4	46	643	10	28	77035	+140
76	9.3	32.518	15.0	11.2	12.42	12.42	89	26.3	-3.6	10	78081	5	42	632	10	28	77364	-189
79	10.0	32.714	19.3	14.0	12.42	12.42	89	26.4	-3.6	10	77606	8	49	620	10	38	76881	+294
77	10.7	32.488	17.5	13.0	12.42	12.42	89	26.5	-3.6	10	78154	6	47	632	10	38	77421	-246
																	<b>77175</b>	

Pendel-Nr.	Genährtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzen- inter- vall		Ausschlag in Bogen- minuten am		Pendel- temperatur am		Luft- druck 700 mm +	Luft- feuchtigkeit in Prozent	Luft- druck des Korrektons wegen Luftdruckes wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungs- zeit in Uhrzeit- sekunden	Korrektionen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeit- sekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
				Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Tempe- ratur	Luft- dichte	Uhrgang			Mit- schwingen
<b>6. Kirtorf am Vogelsberg. Juli 11 und 12.</b>																			
						+	+			mm	0.9	0 <sup>h</sup> 50						<b>0<sup>h</sup>50</b>	
78	10 <sup>h</sup> 5	32 <sup>h</sup> 660	16.0	11.0	14.43	14.47	86	37.5	-3.9	17	77736	5	53	647	40	36	77035	+154	
76	11.3	32.524	16.4	12.0	14.47	14.47	85	37.6	-3.9	17	78066	5	49	636	40	36	77380	-191	
79	12.0	32.721	17.3	12.4	14.47	14.47	80	37.6	-3.7	17	77590	6	57	624	40	43	76900	+289	
77	12.7	32.493	16.3	12.8	14.47	14.47	78	37.6	-3.6	17	78142	6	55	636	40	43	77442	-253	
<b>77189</b>																			
78	9.2	32.657	14.3	11.3	14.37	14.43	80	38.4	-3.7	18	77743	4	52	648	40	36	77043	+143	
76	9.9	32.525	15.3	11.3	14.43	14.49	80	38.3	-3.7	18	78064	5	49	637	40	36	77377	-191	
79	10.6	32.723	16.4	12.2	14.49	14.55	80	38.4	-3.7	18	77584	6	57	625	40	43	76893	+293	
77	11.3	32.497	17.5	12.5	14.55	14.67	80	38.4	-3.7	18	78131	6	55	637	40	43	77430	-244	
<b>77186</b>																			
<b>7. Grünberg im Vogelsberg. Juli 14 und 15.</b>																			
						+	+			mm	0.9	0 <sup>h</sup> 50						<b>0<sup>h</sup>50</b>	
78	11 <sup>h</sup> 9	32 <sup>h</sup> 654	18.3	12.8	16.17	16.17	86	37.7	-4.4	11	77750	6	59	643	125	38	77129	+141	
76	12.7	32.522	18.5	13.5	16.17	16.17	86	37.6	-4.4	11	78071	7	54	632	125	38	77465	-195	
79	1.4	32.725	17.5	12.5	16.17	16.15	86	37.4	-4.4	10	77579	6	64	620	125	43	76971	+299	
77	2.1	32.497	18.0	13.0	16.15	16.13	86	37.1	-4.4	10	78130	6	61	632	125	43	77513	-243	
<b>77270</b>																			
78	9.8	32.658	18.0	13.0	15.73	15.86	86	35.9	-4.3	10	77741	6	58	643	125	38	77121	+140	
76	10.5	32.527	17.5	12.5	15.86	15.97	86	35.6	-4.3	09	78059	6	54	634	125	38	77452	-191	
79	11.2	32.728	17.5	12.5	15.97	16.19	86	35.4	-4.4	08	77572	6	63	622	125	43	76963	+298	
77	11.9	32.500	17.5	12.5	16.19	16.27	86	35.2	-4.4	08	78125	6	61	634	125	43	77506	-245	
<b>77261</b>																			
<b>Juli 15 und 16.</b>																			
						+	+			mm	0.9	0 <sup>h</sup> 50						<b>0<sup>h</sup>50</b>	
78	10 <sup>h</sup> 6	32 <sup>h</sup> 659	19.3	14.0	16.39	16.39	82	33.2	-4.2	05	77738	8	60	639	115	38	77108	+144	
76	11.3	32.528	19.3	14.0	16.39	16.39	82	33.2	-4.2	05	78057	8	55	628	115	38	77443	-191	
79	12.0	32.728	19.0	14.0	16.39	16.39	82	33.1	-4.2	05	77572	7	65	616	115	43	76956	+296	
77	12.7	32.500	17.5	12.5	16.39	16.39	82	33.2	-4.2	05	78125	6	62	628	115	43	77501	-249	
<b>77252</b>																			
78	9.1	32.660	18.3	12.5	15.79	15.93	82	33.3	-4.0	07	77736	6	58	640	115	38	77109	+144	
76	9.9	32.529	18.4	13.0	15.93	16.11	81	33.4	-4.1	06	78054	7	54	629	115	38	77441	-188	
79	10.6	32.726	18.5	13.4	16.11	16.31	80	33.4	-4.1	06	77577	7	64	617	115	43	76961	+292	
77	11.4	32.499	18.9	13.0	16.31	16.49	80	33.4	-4.2	05	78127	7	62	628	115	43	77502	-249	
<b>77253</b>																			
<b>8. Nidda im Vogelsberg. Juli 22 und 23.</b>																			
						+	+			mm	0.9	0 <sup>h</sup> 50						<b>0<sup>h</sup>50</b>	
78	9 <sup>h</sup> 8	32 <sup>h</sup> 594	16.6	12.0	17.14	17.20	88	39.0	-4.8	09	77896	6	63	642	49	82	77054	+146	
76	10.5	32.463	16.8	12.3	17.20	17.24	88	39.6	-4.8	10	78216	6	58	632	49	82	77389	-189	
79	11.2	32.656	17.5	12.5	17.24	17.28	88	40.9	-4.8	11	77746	6	68	620	49	94	76909	+291	
77	11.9	32.431	16.4	12.0	17.28	17.30	88	41.4	-4.8	12	78294	5	66	633	49	94	77447	-247	
<b>77200</b>																			
78	9.1	32.591	16.4	12.0	16.77	16.81	86	45.7	-4.6	19	77904	5	61	649	49	82	77058	+147	
76	9.8	32.458	20.0	15.0	16.81	16.85	86	45.8	-4.6	19	78228	8	57	638	49	82	77394	-189	
79	10.5	32.650	19.0	14.0	16.85	16.89	86	46.1	-4.6	19	77760	7	66	626	49	94	76918	+287	
77	11.2	32.428	17.8	13.0	16.89	16.93	86	46.1	-4.6	19	78301	6	64	638	49	94	77450	-245	
<b>77205</b>																			

Pendel-Nr.	Gemittertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit		Koinzidenzenintervall		Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit der Luftdichte	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Luftfeuchtigkeit	Luftdruck	Ausschlag	Temperatur						Luftdichte	Uhrgang	Mitschwingen				

July 23 und 24.

78	10 <sup>p</sup> 9	32.586	16.5	11.8	<sup>+</sup> 16.62	<sup>+</sup> 16.62	83	47.8	mm 0.9	0.850	—	—	—	—	0.50	82	77066	+138
76	11.6	32.459	19.0	13.5	16.62	16.58	83	47.8	—4.4	22	77916	5	60	651	52	82	77388	-184
79	12.3	32.651	19.5	14.0	16.58	16.56	83	47.8	—4.4	22	77758	8	65	628	52	94	76911	+293
77	1.0	32.426	17.8	12.8	16.56	16.52	83	47.8	—4.4	22	78306	6	63	640	52	94	77451	-247
														<b>77204</b>				
78	8.8	32.586	16.3	11.4	16.29	16.29	83	49.4	—4.3	25	77916	5	60	653	52	82	77064	+141
76	9.5	32.457	18.8	13.8	16.29	16.37	83	49.4	—4.3	25	78230	7	55	642	52	82	77392	-187
79	10.2	32.649	19.3	13.8	16.37	16.39	83	49.4	—4.3	25	77763	7	65	630	52	94	76915	+290
77	10.9	32.427	17.5	12.5	16.39	16.45	83	49.5	—4.3	25	78303	6	62	642	52	94	77447	-242
														<b>77205</b>				

9. Hanau. Juli 27 und 28.

78	10 <sup>p</sup> 6	32.583	19.5	13.8	<sup>+</sup> 16.15	<sup>+</sup> 16.19	84	54.7	mm 0.9	0.850	—	—	—	—	0.50	33	77129	+131
76	11.3	32.460	18.5	13.5	16.19	16.27	82	54.6	—4.2	32	78223	7	55	647	36	33	77445	-185
79	12.0	32.684	23.0	16.8	16.27	16.31	79	54.5	—4.1	32	77750	11	64	635	36	38	76966	+294
77	12.7	32.432	19.5	14.3	16.31	16.35	78	54.4	—4.1	32	78291	8	62	647	36	38	77500	-240
														<b>77260</b>				
78	9.5	32.583	20.0	14.5	16.09	16.13	80	52.7	—4.1	30	77923	8	59	657	36	33	77130	+134
76	10.2	32.460	17.5	12.5	16.13	16.19	80	52.4	—4.1	30	78223	6	54	645	36	33	77449	-185
79	10.9	32.657	16.8	12.0	16.19	16.23	80	52.1	—4.1	29	77743	6	64	633	36	38	76966	+298
77	11.6	32.430	18.0	12.5	16.23	16.31	80	51.8	—4.1	29	78296	6	62	645	36	38	77509	-245
														<b>77264</b>				

10. Groß Umstadt. Juli 30 und 31.

78	10 <sup>p</sup> 7	31.8949	21.0	15.2	<sup>+</sup> 17.82	<sup>+</sup> 17.90	75	43.5	mm 0.9	0.850	—	—	—	—	0.50	42	77229	+139
76	11.4	31.826	17.8	12.5	17.90	18.00	75	43.4	—4.3	12	79806	9	60	633	1504	42	77561	-193
79	12.1	32.021	16.8	12.0	18.00	18.04	75	43.2	—4.3	12	79312	6	71	621	1504	47	77063	+305
77	12.9	31.799	17.0	12.3	18.04	18.10	75	43.0	—4.3	12	79875	6	68	633	1504	47	77617	-249
														<b>77368</b>				
78	9.9	31.949	19.5	14.0	17.92	18.02	75	43.4	—4.3	12	79494	7	65	644	1504	42	77232	+141
76	10.6	31.823	17.5	13.0	18.02	18.12	75	43.5	—4.3	12	79813	6	61	633	1504	42	77567	-194
79	11.4	32.013	17.0	12.3	18.12	18.30	75	43.5	—4.4	12	79332	6	72	621	1504	47	77082	+291
77	12.1	31.801	16.3	12.4	18.30	18.36	75	43.5	—4.4	11	79869	6	69	632	1504	47	77611	-238
														<b>77373</b>				

July 31 und August 1.

78	8 <sup>p</sup> 9	31.8952	19.5	14.5	<sup>+</sup> 18.28	<sup>+</sup> 18.30	82	43.2	mm 0.9	0.850	—	—	—	—	0.50	42	77232	+148
76	9.6	31.824	17.5	12.5	18.30	18.34	82	43.3	—4.8	11	79811	6	62	632	1494	42	77575	-195
79	10.4	32.018	16.8	12.1	18.34	18.46	82	43.3	—4.8	11	79320	6	73	620	1494	47	77080	+300
77	12.3	31.797	16.5	11.8	18.46	18.50	82	43.5	—4.8	11	79880	5	70	632	1494	47	77632	-252
														<b>77380</b>				
78	9.2	31.946	20.5	15.3	18.26	18.28	80	45.4	—4.7	13	79501	9	67	645	1494	42	77244	+142
76	9.8	31.820	17.8	12.8	18.28	18.30	80	45.6	—4.7	14	79821	6	62	634	1494	42	77583	-197
79	10.6	32.015	16.5	11.8	18.30	18.34	80	45.7	—4.7	14	79327	6	72	622	1494	47	77086	+300
77	11.4	31.796	17.0	12.5	18.34	18.42	80	45.8	—4.7	14	79882	6	70	634	1494	47	77631	-245
														<b>77386</b>				

Pendel.Nr.	Genähertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeitt	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Ulgang	Mit-schwingen		
<b>11. Michelstadt im Odenwald. August 4 und 5.</b>																		
					+	+											<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	10 <sup>p</sup> 38	32 <sup>s</sup> 405	17.5	12.5	17.30	17.36	80	36.5	-4.4	06	78357	6	63	640	300	24	77324	+135
76	11.6	32.281	18.3	13.3	17.36	17.36	80	36.6	-4.4	06	78663	7	59	629	300	24	77644	-185
79	12.4	32.476	17.0	12.5	17.36	17.36	80	36.6	-4.4	06	78184	6	68	617	300	29	77164	+295
77	1.1	32.252	18.3	13.4	17.36	17.40	80	36.8	-4.4	06	78735	7	66	629	300	29	77704	-245
																	<b>77459</b>	
78	9.6	32.402	16.3	11.8	17.20	17.20	88	38.1	-4.8	08	78365	5	63	641	300	24	77332	+131
76	10.4	32.277	17.5	12.5	17.20	17.28	88	38.4	-4.8	08	78673	6	58	630	300	24	77655	-192
79	11.1	32.476	16.8	12.3	17.28	17.36	88	38.5	-4.8	08	78184	6	68	618	300	29	77163	+300
77	11.8	32.252	18.0	13.4	17.36	17.48	88	38.5	-4.8	08	78735	7	66	630	300	29	77703	-240
																	<b>77463</b>	
<b>12. Rothenberg im Odenwald. August 8 und 9.</b>																		
					+	+											<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	11 <sup>p</sup> 5	32 <sup>s</sup> 431	17.5	12.5	16.58	16.36	72	22.6	-3.8	92	78294	6	60	630	83	37	77478	+137
76	12.2	32.306	17.5	12.5	16.36	16.15	72	22.6	-3.8	92	78602	6	55	619	83	37	77802	-187
79	12.9	32.499	17.5	12.7	16.15	15.89	72	22.5	-3.8	93	78127	6	63	608	83	45	77322	+293
77	1.7	32.278	17.8	13.3	15.89	15.65	73	22.2	-3.8	94	78671	7	60	620	83	45	77856	-241
																	<b>77615</b>	
78	9.2	32.431	17.3	12.5	14.27	14.68	70	21.3	-3.2	97	78294	6	53	632	83	37	77483	+118
76	9.9	32.314	18.0	13.4	14.68	15.16	70	21.1	-3.3	96	78582	7	50	622	83	37	77783	-182
79	10.7	32.507	17.5	12.5	15.16	15.69	70	21.0	-3.4	94	78108	6	61	609	83	45	77304	+297
77	11.4	32.287	17.5	13.3	15.69	16.13	70	20.8	-3.5	92	78648	6	60	619	83	45	77835	-234
																	<b>77601</b>	
78	2 <sup>p</sup> 9	32.439	17.3	12.3	17.74	18.08	60	20.3	-3.4	85	78274	6	65	625	83	37	77458	+128
76	3.6	32.318	17.5	12.5	18.08	18.58	60	20.2	-3.5	84	78572	6	62	614	83	37	77770	-184
79	4.3	32.511	17.5	12.6	18.58	18.96	60	20.1	-3.6	82	78098	6	74	601	83	45	77289	+297
77	5.1	32.288	17.5	12.5	18.96	19.23	60	20.0	-3.7	81	78646	6	72	611	83	45	77829	-243
																	<b>77586</b>	
<b>August 9 und 10.</b>																		
					+	+											<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	10 <sup>p</sup> 3	32 <sup>s</sup> 432	17.5	12.5	18.29	18.09	70	21.0	-4.0	84	78291	6	66	624	92	37	77466	+134
76	11.0	32.310	16.9	12.5	18.09	17.89	70	21.0	-4.0	85	78592	6	61	614	92	37	77782	-182
79	11.7	32.502	17.5	12.5	17.89	17.70	70	21.0	-3.9	86	78120	6	70	603	92	45	77304	+296
77	12.4	32.277	18.0	13.3	17.70	17.62	70	21.0	-3.9	86	78673	7	67	615	92	45	77847	-247
																	<b>77600</b>	
78	8.9	32.425	17.5	12.5	15.34	15.40	72	21.7	-3.5	95	78308	6	56	632	92	37	77485	+126
76	9.6	32.306	17.0	12.5	15.40	15.80	72	21.9	-3.5	94	78602	6	53	620	92	37	77794	-183
79	10.3	32.498	17.0	12.6	15.80	16.13	71	21.9	-3.6	93	78130	6	63	608	92	45	77316	+295
77	11.0	32.278	17.0	12.7	16.13	16.59	70	21.9	-3.6	92	78671	6	62	619	92	45	77847	-236
																	<b>77611</b>	



Pendel-Nr.	Gemähltes Mittel der beobachteten mittleren Zeit		Koinzidenzenintervall		Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeitt	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang			Mit-schwingen	
<b>Potsdam, Mittelkeller. September 5 1910.</b>																					
78	8 <sup>h</sup> 7	32 <sup>s</sup> 806	17.0	12.1	+	+	15.56	15.58	72	51.1	-3.6	30	0.9	0.50	—	—	—	—	0.50	76616	+132
76	9.4	32.681	17.8	13.0	15.58	15.64	72	51.3	-3.6	30	77686	6	57	657	6	43	76633	-185			
79	10.1	32.883	17.0	12.6	15.64	15.68	72	51.3	-3.6	30	77201	6	62	633	6	48	76446	+302			
77	10.9	32.650	17.5	12.6	15.68	15.68	72	51.4	-3.6	30	77760	6	59	645	6	48	76996	-248			
<b>76748</b>																					
78	4 <sup>h</sup> 1	32.806	17.5	12.3	15.68	15.75	72	51.5	-3.6	30	77385	6	57	657	6	43	76616	+132			
76	4.8	32.681	18.8	13.5	15.75	15.81	72	51.6	-3.6	30	77686	7	53	645	6	43	76932	-184			
79	5.6	32.881	18.8	14.6	15.81	15.85	72	51.7	-3.6	30	77206	7	62	633	6	48	76450	+298			
77	6.3	32.650	17.5	12.5	15.85	15.89	72	51.7	-3.6	30	77760	6	60	645	6	48	76995	-247			
<b>76748</b>																					
<b>September 6.</b>																					
78	8 <sup>h</sup> 1	32 <sup>s</sup> 807	17.6	12.4	+	+	15.44	15.58	72	52.8	-3.6	33	0.9	0.50	—	—	—	—	0.50	76613	+129
76	8.8	32.683	17.8	12.4	15.58	15.62	72	53.0	-3.6	33	77681	6	53	648	5	43	76926	-184			
79	9.6	32.884	18.5	13.3	15.62	15.69	72	53.2	-3.6	33	77198	7	62	635	5	48	76441	+301			
77	10.4	32.652	17.8	11.6	15.69	15.78	72	53.2	-3.6	33	77755	6	60	648	5	48	76988	-246			
<b>76742</b>																					
78	3 <sup>h</sup> 2	32.806	17.3	13.1	15.73	15.75	72	52.7	-3.6	32	77385	6	57	658	5	43	76616	+129			
76	4.0	32.680	18.3	13.3	15.75	15.81	72	52.6	-3.6	32	77688	7	53	647	5	43	76933	-188			
79	4.7	32.882	18.8	14.0	15.81	15.85	72	52.6	-3.6	32	77203	7	62	635	5	48	76446	+299			
77	5.5	32.654	17.5	12.5	15.85	15.89	72	52.6	-3.6	31	77750	6	60	646	5	48	76985	-240			
<b>76745</b>																					
<b>September 7.</b>																					
78	8 <sup>h</sup> 5	32 <sup>s</sup> 810	17.8	12.8	+	+	15.66	15.68	72	52.7	-3.6	32	0.9	0.50	—	—	—	—	0.50	76607	+135
76	9.3	32.684	17.9	13.2	15.68	15.73	72	52.7	-3.6	32	77678	6	53	647	4	43	76925	-183			
79	10.0	32.883	18.5	13.3	15.73	15.77	72	52.6	-3.6	32	77201	7	62	635	4	48	76445	+297			
77	10.7	32.652	17.5	12.6	15.77	15.89	72	52.6	-3.6	32	77755	6	60	647	4	48	76990	-248			
<b>76742</b>																					
78	3 <sup>h</sup> 1	32.807	17.5	12.6	15.89	15.93	72	52.0	-3.6	30	77382	6	58	657	4	43	76614	+130			
76	3.9	32.681	18.2	13.3	15.93	15.97	72	52.1	-3.6	31	77686	7	54	646	4	43	76932	-188			
79	4.7	32.885	18.5	13.4	15.97	16.01	72	52.4	-3.6	31	77196	7	63	634	4	48	76440	+304			
77	5.4	32.652	17.5	12.8	16.01	16.09	72	52.4	-3.6	31	77755	6	61	646	4	48	76990	-246			
<b>76744</b>																					
<b>September 8.</b>																					
78	8 <sup>h</sup> 5	32 <sup>s</sup> 807	17.5	12.5	+	+	15.69	15.73	75	53.8	-3.7	33	0.9	0.50	—	—	—	—	0.50	76613	+133
76	9.3	32.681	18.0	13.3	15.73	15.77	75	54.0	-3.7	33	77686	7	53	648	4	43	76931	-185			
79	10.0	32.882	18.5	13.8	15.77	15.81	75	54.1	-3.7	33	77203	7	62	635	4	48	76447	+299			
77	10.7	32.651	17.8	13.0	15.81	15.89	75	54.1	-3.7	33	77758	6	60	648	4	48	76992	-246			
<b>76746</b>																					
78	3 <sup>h</sup> 4	32.808	16.5	12.0	15.89	15.93	75	53.5	-3.7	32	77380	5	58	658	4	43	76612	+131			
76	4.2	32.682	18.4	13.4	15.93	15.97	75	53.5	-3.7	32	77683	7	54	647	4	43	76928	-185			
79	4.9	32.884	18.6	13.9	15.97	16.01	75	53.3	-3.8	32	77198	7	63	635	4	48	76441	+302			
77	5.7	32.652	17.8	13.2	16.01	16.05	75	53.2	-3.8	31	77755	6	61	646	4	48	76990	-247			
<b>76743</b>																					

§ 8. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler.

Aus den vorstehenden Werten der Schwingungszeiten sind die folgenden Tabellen hergestellt. Die Schwingungszeiten der Pendel in *Potsdam* sind durch Addition von  $+ 3^8 \times 10^{-7}$  auf den Pfeiler Nr. 31 im Pendelsaal bezogen.

Tabelle I.

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		Mittleres Pendel	
			Schwingungszeit	Abweichung vom Stationsmittel	Schwingungszeit	Abweichung vom Stationsmittel	Schwingungszeit	Abweichung vom Stationsmittel	Schwingungszeit	Abweichung vom Stationsmittel	Schwingungszeit MP I	Abweichung vom Stationsmittel $\epsilon_1$
	Potsdam	1	0 <sup>s</sup> .5076632	+ 2	0 <sup>s</sup> .5076929	+ 5	0 <sup>s</sup> .5076438	+ 9	0 <sup>s</sup> .5077011	- 2	0 <sup>s</sup> .5076753	+ 3
		2	6635	- 1	6930	+ 4	6435	- 8	7007	+ 2	6757	- 1
		3	6642	- 8	6934	0	6445	+ 2	7013	- 4	6759	- 3
		4	6636	- 2	6936	- 2	6446	+ 1	7012	- 3	6758	- 2
		5	6632	+ 2	6939	- 5	6450	- 3	7006	+ 3	6757	- 1
		6	6628	+ 6	6941	- 7	6445	+ 2	7005	+ 4	6755	+ 1
		7	6632	+ 2	6935	- 1	6455	- 8	7010	- 1	6758	- 2
		8	6632	+ 2	6929	+ 5	6439	+ 8	7006	+ 3	6752	+ 4
	Mittelwerte und [v]	0.5076634	121	0.5076934	145	0.5076447	291	0.5077009	68	0.5076756	45	
1	Paderborn	1	0.5076775	+ 9	0.5077105	- 4	0.5076625	- 11	0.5077176	- 6	0.5076920	- 3
		2	6803	- 19	7106	- 5	6629	- 15	7176	- 6	6929	- 12
		3	6786	- 2	7103	- 2	6599	+ 15	7165	+ 5	6913	+ 4
		4	6773	+ 11	7091	+ 10	6602	+ 12	7163	+ 7	6907	+ 10
	Mittelwerte und [v]	0.5076784	567	0.5077101	145	0.5076614	715	0.5077170	146	0.5076917	269	
2	Warburg a. d. Diemel	1	0.5076869	+ 19	0.5077205	+ 17	0.5076744	+ 5	0.5077296	- 3	0.5077029	+ 9
		2	6877	+ 11	7212	+ 10	6739	+ 10	7295	- 2	7031	+ 7
		3	6898	- 10	7237	- 15	6761	- 12	7293	0	7047	- 9
		4	6906	- 18	7234	- 12	6752	- 3	7289	+ 4	7045	- 7
	Mittelwerte und [v]	0.5076888	906	0.5077222	758	0.5076749	278	0.5077293	29	0.5077038	260	
3	Corbach	1	0.5076984	+ 2	0.5077319	+ 4	0.5076837	- 5	0.5077379	- 5	0.5077130	- 1
		2	6987	- 1	7327	- 4	6827	+ 5	7369	+ 5	7128	+ 1
	Mittelwerte und [v]	0.5076986	5	0.5077323	32	0.5076832	50	0.5077374	50	0.5077129	2	
4	Wildungen	1	0.5076992	+ 8	0.5077294	+ 5	0.5076818	+ 8	0.5077354	+ 7	0.5077115	+ 7
		2	6998	+ 2	7295	+ 4	6821	+ 5	7361	0	7119	+ 3
		3	7002	- 2	7302	- 3	6828	- 2	7363	- 2	7124	- 2
		4	7008	- 8	7304	- 5	6836	- 10	7367	- 6	7129	- 7
	Mittelwerte und [v]	0.5077000	136	0.5077299	75	0.5076826	193	0.5077361	89	0.5077122	111	
5	Rosenthal in Hessen	1	0.5077001	+ 21	0.5077317	+ 31	0.5076831	+ 34	0.5077407	+ 6	0.5077139	+ 23
		2	7014	+ 8	7357	- 9	6870	- 5	7416	- 3	7164	- 2
		3	7018	+ 4	7350	- 2	6862	+ 3	7409	+ 4	7160	+ 2
		4	7030	- 8	7345	+ 3	6871	- 6	7413	0	7165	- 3
		5	7033	- 11	7355	- 7	6876	- 11	7412	+ 1	7169	- 7
		6	7035	- 13	7364	- 16	6881	- 16	7421	- 8	7175	- 13
	Mittelwerte und [v]	0.5077022	875	0.5077348	1360	0.5076865	1603	0.5077413	126	0.5077162	764	

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		Mittleres Pendel	
			Schwin- gungs- zeit	Ab- wei- chung vom Sta- tions- mittel	Schwin- gungs- zeit	Ab- wei- chung vom Sta- tions- mittel	Schwin- gungs- zeit	Ab- wei- chung vom Sta- tions- mittel	Schwin- gungs- zeit	Ab- wei- chung vom Sta- tions- mittel	Schwin- gungs- zeit MP I	Ab- wei- chung vom Sta- tions- mittel $v_1$
6	Kirtorf	1	0.5077035	+ 4	0.5077380	- 1	0.5076900	- 3	0.5077442	- 6	0.5077189	- 1
		2	7043	- 4	7377	+ 2	6893	+ 4	7430	+ 6	7186	+ 2
	Mittelwerte und [v]		0.5077039	32	0.5077379	5	0.5076897	25	0.5077436	72	0.5077188	5
7	Grünberg i. Vogelsberg	1	0.5077129	- 12	0.5077465	- 15	0.5076971	- 8	0.5077513	- 7	0.5077270	- 11
		2	7121	- 4	7452	- 2	6963	0	7506	0	7261	- 2
		3	7108	+ 9	7443	+ 7	6956	+ 7	7501	+ 5	7252	+ 7
		4	7109	+ 8	7441	+ 9	6961	+ 2	7502	+ 4	7253	+ 6
	Mittelwerte und [v]		0.5077117	305	0.5077450	359	0.5076963	117	0.5077506	90	0.5077259	210
8	Nidda i. Vogelsberg	1	0.5077054	+ 7	0.5077389	+ 2	0.5076909	+ 4	0.5077447	+ 2	0.5077200	+ 4
		2	7058	+ 3	7394	- 3	6918	- 5	7450	- 1	7205	- 1
		3	7066	- 5	7388	+ 3	6911	+ 2	7451	- 2	7204	0
		4	7064	- 3	7392	- 1	6915	- 2	7447	+ 2	7205	- 1
	Mittelwerte und [v]		0.5077061	92	0.5077391	23	0.5076913	49	0.5077449	13	0.5077204	18
9	Hanau	1	0.5077129	+ 1	0.5077445	+ 2	0.5076966	0	0.5077500	+ 5	0.5077260	+ 2
		2	7130	0	7449	- 2	6966	0	7509	- 4	7264	- 2
	Mittelwerte und [v]		0.5077130	1	0.5077447	8	0.5076966	0	0.5077505	41	0.5077262	8
10	Gr. Umstadt	1	0.5077231	+ 4	0.5077563	+ 10	0.5077065	+ 14	0.5077619	+ 5	0.5077370	+ 8
		2	7234	+ 1	7569	+ 4	7084	- 5	7613	+ 11	7375	+ 3
		3	7232	+ 3	7575	- 2	7080	- 1	7632	- 8	7380	- 2
		4	7244	- 9	7583	- 10	7086	- 7	7631	- 7	7386	- 8
	Mittelwerte und [v]		0.5077235	107	0.5077573	220	0.5077079	271	0.5077624	259	0.5077378	141
11	Michelstadt i. Odenwald	1	0.5077324	+ 4	0.5077644	+ 6	0.5077164	0	0.5077704	0	0.5077459	+ 2
		2	7332	- 4	7655	- 5	7163	+ 1	7703	+ 1	7463	- 2
	Mittelwerte und [v]		0.5077328	32	0.5077650	61	0.5077164	1	0.5077704	1	0.5077461	8
12	Rothenberg i. Odenwald	1	0.5077478	- 4	0.5077802	- 16	0.5077322	- 15	0.5077856	- 13	0.5077615	- 12
		2	7483	- 9	7783	+ 3	7304	+ 3	7835	+ 8	7601	+ 2
		3	7458	+ 16	7770	+ 16	7289	+ 18	7829	+ 14	7586	+ 17
		4	7466	+ 8	7782	+ 4	7304	+ 3	7847	- 4	7600	+ 3
		5	7485	- 11	7794	- 8	7316	- 9	7847	- 4	7611	- 8
	Mittelwerte und [v]		0.5077474 (0.5077478)	538 (217)	0.5077786 (0.5077790)	601 (323)	0.5077307 (0.5077312)	648 (244)	0.5077843 (0.5077846)	461 (223)	0.5077603 (0.5077607)	510 (165)
Potsdam	1	0.5076619	- 3	0.5076936	- 3	0.5076449	- 1	0.5076999	- 5	0.5076751	- 3	
	2	6619	- 3	6935	- 2	6453	- 5	6998	- 4	6751	- 3	
	3	6616	0	6929	+ 4	6444	+ 4	6991	+ 3	6745	+ 3	
	4	6619	- 3	6936	- 3	6449	- 1	6988	+ 6	6748	0	
	5	6610	+ 6	6928	+ 5	6448	0	6993	+ 1	6745	+ 3	
	6	6617	- 1	6935	- 2	6443	+ 5	6993	+ 1	6747	+ 1	
	7	6616	0	6934	- 1	6450	- 2	6995	- 1	6749	- 1	
	8	6615	+ 1	6931	+ 2	6444	+ 4	6993	+ 1	6746	+ 2	
	Mittelwerte und [v]		0.5076616	65	0.5076933	72	0.5076448	88	0.5076994	90	0.5076748	42

\*) Mittel ohne die dritte Beobachtung des ersten Tages, die Nachmittags beobachtet wurde.

Die neben den Mittelwerten stehenden Zahlen sind die Quadratsummen der Abweichungen vom Mittel.

Als mittleren durchschnittlichen Beobachtungsfehler erhält man für die Schwingungszeiten der einzelnen Pendel und des mittleren Pendels bei 59 Einzelwerten in 14 Gruppenmitteln in Einheiten der 7. Dezimalstelle:

$$m'_{78} = \sqrt{\frac{3782}{45}} = \pm 9.2; \quad m'_{76} = \sqrt{\frac{3864}{45}} = \pm 9.3;$$

$$m'_{79} = \sqrt{\frac{4329}{45}} = \pm 9.8; \quad m'_{77} = \sqrt{\frac{1535}{45}} = \pm 5.8$$

und 
$$m'_I = \sqrt{\frac{2393}{45}} = \pm 7.3$$

als mittleren Fehler eines mittleren Pendels. Der mittlere Fehler des Mittels aus zwei an einem Tage beobachteten einzelnen und mittleren Pendeln also

$$\begin{array}{lll} m_{78} = \pm 6.5 & m_{76} = \pm 6.6 & m_I = \pm 5.2. \\ m_{79} = \pm 7.0 & m_{77} = \pm 4.1 & \end{array}$$

Diese mittleren Fehler sind beeinflußt sowohl von den Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr an jedem Beobachtungstage als auch von den Veränderungen des täglichen Ganges von Tag zu Tag auf den Stationen mit mehrtägigen Beobachtungen aber nur zwei Zeitbestimmungen.

*Zusammenstellung der Schwingungszeiten*

Die Schwingungszeiten der Pendel in *Potsdam* sind durch Addition

Tabelle II

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v]
	Potsdam .....	1	0 <sup>s</sup> .5076634	5	0 <sup>s</sup> .5076930	1
		2	6639	18	6935	2
		3	6630	8	6940	2
		4	6632	0.	6932	18
			<u>0.5076634</u>		<u>0.5076934</u>	
1	Paderborn .....	1	0.5076789	392	0.5077106	1
		2	6780	85	7097	72
			<u>0.5076784</u>		<u>0.5077101</u>	
2	Warburg a. d. Diemel ....	1	0.5076873	32	0.5077209	25
		2	6902	32	7236	5
			<u>0.5076888</u>		<u>0.5077222</u>	
3	Corbach .....	1	0.5076986	5	0.5077323	32
4	Wildungen .....	1	0.5076995	18	0.5077295	1
		2	7005	18	7303	2
			<u>0.5077000</u>		<u>0.5077299</u>	

Eine Trennung der Beobachtungsfehler eines Pendels nach dem Vorgange des Herrn Geheimen Regierungsrats BORRASS in einen zufälligen und einen systematischen Teil gibt, wenn mit  $\mu$  der zufällige und mit  $\kappa$  der systematische Fehler bezeichnet wird:

$$\mu^2 + \kappa^2 = \frac{[vv]_i}{4(n-r)}; \text{ wo } i = 78, 76, 79, 77.$$

$$\frac{\mu^2}{4} + \kappa^2 = \frac{[vv]_i}{n-r}; \quad n = 59 \text{ und } r = 14.$$

$$\mu^2 + \kappa^2 = \frac{3751 + 3864 + 4329 + 1524}{4 \times 45}$$

$$\frac{\mu^2}{4} + \kappa^2 = \frac{2395}{45}$$

$$\mu = \pm 5.4 \times 10^{-7}; \quad \kappa = \pm 6.8 \times 10^{-7}.$$

An der Größe des systematischen Fehlers erkennt man den großen Einfluß der Beobachtungen auf den Stationen *Warburg*, *Wildungen* und *Rosenthal*, auf denen mehrtägige Beobachtungen nur durch zwei Zeitbestimmungen eingeschlossen sind. Läßt man diese drei Stationen fort, so ergibt sich

$$\mu = \pm 4.9 \times 10^{-7} \quad \text{und} \quad \kappa = \pm 5.6 \times 10^{-7}.$$

*der Pendel in Tagesmitteln.*

von  $+3^s \times 10^{-7}$  auf den Pfeiler 31 des Pendelsaales bezogen.

Tabelle II.

Nr. 79		Nr. 77		Mittleres Pendel			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	[vv]	Schwingungszeit	[vv]	Schwingungszeit	[vv] II	[vv] III	
0. <sup>s</sup> 5076447	145	0. <sup>s</sup> 5077009	8	0. <sup>s</sup> 5076755	8	2	2
6446	1	7013	1	6759	1	1	2
6448	13	7006	1	6756	2	1	2
6447	128	7008	8	6755	18	8	2
<u>0.5076447</u>		<u>0.5077009</u>		<u>0.5076756</u>			
0.5076627	8	0.5077176	0	0.5076925	41	25	2
6601	5	7164	2	6910	18	32	2
<u>0.5076614</u>		<u>0.5077170</u>		<u>0.5076917</u>			
0.5076742	13	0.5077296	1	0.5077030	2	13	2
6757	41	7291	8	7046	2	13	2
<u>0.5076749</u>		<u>0.5077293</u>		<u>0.5077038</u>			
0.5076832	50	0.5077374	50	0.5077129	2	32	2
0.5076820	5	0.5077358	25	0.5077117	8	1	2
6832	32	7365	8	7127	13	1	2
<u>0.5076826</u>		<u>0.5077361</u>		<u>0.5077122</u>			

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]
5	Rosenthal in Hessen ....	1	0 <sup>s</sup> .5077008	85	0 <sup>s</sup> .5077337	800
		2	7024	72	7348	13
		3	7034	2	7360	41
			<u>0.5077022</u>		<u>0.5077348</u>	
6	Kirtorf.....	1	0.5077039	32	0.5077379	5
7	Grünberg im Vogelsberg .	1	0.5077125	32	0.5077459	85
		2	7109	1	7442	2
			<u>0.5077117</u>		<u>0.5077450</u>	
8	Nidda im Vogelsberg ....	1	0.5077056	8	0.5077392	13
		2	7065	2	7390	8
			<u>0.5077061</u>		<u>0.5077391</u>	
9	Hanau.....	1	0.5077130	1	0.5077447	8
10	Groß Umstadt.....	1	0.5077233	5	0.5077566	18
		2	7238	72	7579	32
			<u>0.5077235</u>		<u>0.5077573</u>	
11	Michelstadt im Odenwald	1	0.5077328	32	0.5077650	61
12	Rothenberg im Odenwald	1	0.5077481	13	0.5077793	181
		*) (2)	7458		7770	
		3	7476	181	7788	72
			<u>0.5077474</u>		<u>0.5077786</u>	
Potsdam.....		1	0.5076619	0	0.5076936	1
		2	6618	5	6933	25
		3	6614	25	6932	25
		4	6616	1	6933	5
			<u>0.5076616</u>		<u>0.5076933</u>	
Summe der Fehlerquadrate			1182		1556	

\*) Zusatzbeobachtung am Nachmittag.

Bei meinen früheren Arbeiten habe ich nicht die Mittelwerte aus den Gesamtbeobachtungen der Fehlerberechnung zugrunde gelegt, sondern bin von den Tagesmitteln der Schwingungszeiten ausgegangen. In den so berechneten mittleren Durchschnittsfehlern kamen dann die Änderungen des Uhranges, die auf Stationen mit zwei Zeitbestimmungen und mehr als eintägigem Zwischenraum die Schwingungszeiten beeinflussen, nicht zur Geltung. Es war nur der Einfluß der täglichen Schwankungen der Beobachtungsuhr in ihnen enthalten. Um einen Vergleich mit den früheren Werten zu haben, habe ich jetzt auch diese Berechnungsart durchgeführt. Aus der vorstehenden Tabelle I ist die Tabelle II entstanden; es sind die zusammengehörigen zwei Tageswerte der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel und

Nr. 79		Nr. 77		Mittleres Pendel			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ] II	[ <i>vv</i> ] III	
0. <sup>s</sup> 5076851	761	0. <sup>s</sup> 5077412	41	0. <sup>s</sup> 5077152	313	I	2
6867	41	7411	8	7163	13	I	2
6879	13	7417	41	7172	18	I	2
<u>0.5076865</u>		<u>0.5077413</u>		<u>0.5077162</u>			
0.5076897	25	0.5077436	72	0.5077188	5	18	2
0.5076967	32	0.5077510	25	0.5077266	41	2	2
6959	13	7502	1	7253	1	2	2
<u>0.5076963</u>		<u>0.5077506</u>		<u>0.5077259</u>			
0.5076914	41	0.5077449	5	0.5077203	13	I	2
6913	8	7449	8	7205	1	I	2
<u>0.5076913</u>		<u>0.5077449</u>		<u>0.5077204</u>			
0.5076966	0	0.5077505	41	0.5077262	8	I	2
0.5077075	181	0.5077616	18	0.5077373	13	I	2
7083	18	7632	1	7383	18	8	2
<u>0.5077079</u>		<u>0.5077624</u>		<u>0.5077378</u>			
0.5077164	1	0.5077704	1	0.5077461	8	13	2
0.5077313	162	0.5077846	221	0.5077608	98	18	2
7289	.	7829	.	7586	.	.	1
7310	72	7847	0	7606	61	13	2
<u>0.5077307</u>		<u>0.5077843</u>		<u>0.5077603</u>			
0.5076451	8	0.5076999	1	0.5076751	0	I	2
6447	13	6990	5	6747	5	2	2
6446	13	6993	0	6746	2	8	2
6447	18	6994	2	6748	5	I	2
<u>0.5076448</u>		<u>0.5076994</u>		<u>0.5076748</u>			
	1861		603		738	222	58

des mittleren Pendels zu Mitteln vereinigt und die Quadrate der Abweichungen von diesen in die Tabelle aufgenommen.

Aus der Summe der Fehlerquadrate der einzelnen Pendel erhält man aus 58 Einzelwerten in 29 Gruppenmitteln als durchschnittlichen mittleren Fehler für die Beobachtung einer Schwingungszeit:

$$\begin{aligned}
 m'_{78} &= \pm 6.4 \times 10^{-7} & m'_{79} &= \pm 8.0 \times 10^{-7} \\
 m'_{76} &= \pm 7.3 \times 10^{-7} & m'_{77} &= \pm 4.6 \times 10^{-7}.
 \end{aligned}$$

Der durchschnittliche mittlere Fehler einer Schwingungszeit eines Pendels ist also  $= \pm 6.6 \times 10^{-7}$ . Der mittlere Fehler einer Reihe von vier

Schwingungszeiten, abgeleitet aus der inneren Übereinstimmung der beiden an jedem Tage beobachteten, wird

$$m'_{II} = \pm 5^{\circ}0 \times 10^{-7}.$$

Für das Mittel aus zwei an einem Tage beobachteten Schwingungszeiten ergibt sich

$$\begin{aligned} m_{78} &= \pm 4^{\circ}6 \times 10^{-7} & m_{79} &= \pm 5^{\circ}7 \times 10^{-7} \\ m_{76} &= \pm 5^{\circ}2 \times 10^{-7} & m_{77} &= \pm 3^{\circ}3 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

und das Mittel aus den beiden Tagesreihen

$$m_{II} = \pm 3^{\circ}6 \times 10^{-7}.$$

Werden die Schwingungszeiten, die an einem Tage beobachtet sind, auf die Mitten der Beobachtungszeiten reduziert durch Mittelung der ersten beiden Abendpendel mit den letzten beiden Morgenpendeln und weiter der letzten beiden Abendpendel mit den ersten beiden Morgenpendeln, so erhält man für den mittleren Fehler einer Tagesreihe, die nun nahezu frei ist von den Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr, den Wert:

$$m'_{III} = \pm 2^{\circ}8 \times 10^{-7}$$

und für den mittleren Fehler des Mittels aus zwei Tagesreihen

$$m_{III} = \pm 2^{\circ}0 \times 10^{-7}.$$

Um den Einfluß der Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr auf den mittleren Fehler festzustellen, kann man bilden

$$m_{st} = \sqrt{m_{II}^2 - m_{III}^2} = \sqrt{3^{\circ}6^2 - 2^{\circ}0^2} = \pm 3^{\circ}0 \times 10^{-7}.$$

Wir trennen nun noch die zufälligen von den systematischen Fehlern, indem wir, wie auf Seite 43, setzen

$$\mu^2 + \alpha^2 = \frac{1182 + 1556 + 1861 + 603}{4 \times 29}$$

$$\frac{\mu^2}{4} + \alpha^2 = \frac{738}{29}$$

$$\mu = \pm 5^{\circ}1 \times 10^{-7}$$

$$\alpha = \pm 3^{\circ}8 \times 10^{-7}.$$

Durch die Art der Ableitung der Fehlerquadrate ist der systematische Einfluß naturgemäß kleiner geworden als auf Seite 43.

Für die Fehlerberechnung werden wir den von dem Einfluß systematischer Fehler befreiten Wert  $m_{III}$  zugrunde legen.



§ 10. **Einfluß der Veränderlichkeit der Schwingungszeiten der Pendel auf die Unterschiede Potsdam weniger Außenstation.**

Aus den Tabellen I und II folgen für die Ausgangs- und Anschlußwerte der Schwingungszeiten in *Potsdam* die Werte:

	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	
Potsdam I Ausgang	0 <sup>s</sup> .5076634	0 <sup>s</sup> .5076934	0 <sup>s</sup> .5076447	0 <sup>s</sup> .5077009	0 <sup>s</sup> .5076756
Potsdam II Anschluß	0.5076616	0.5076933	0.5076448	0.5076994	0.5076748
Änderung II—I	—18	—1	+1	—15	—8

In der folgenden Tabelle sind die Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel gegen die des mittleren Pendels zusammengestellt. Die entsprechenden Unterschiede sollen auf allen Stationen gleich sein, wenn sie nicht durch fälschende Einflüsse verändert werden. Zu diesen fälschenden Einflüssen sind zunächst die Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr zu rechnen, die aber nicht sehr groß sein können, weil bei der guten Uhr wohl anzunehmen ist, daß sie den Gang innerhalb der Beobachtungszeit der vier Pendel genügend gehalten hat. Änderungen der Temperatur kommen während der Beobachtungszeit kaum in Frage, auch die mehr oder weniger genaue Übereinstimmung der Pendeltemperatur mit den Angaben des Pendelthermometers kann bei dem kleinen Temperaturkoeffizienten der Pendel unberücksichtigt bleiben. Veränderungen der Schwingungszeit und damit auch Veränderungen der Unterschiede der Schwingungszeiten der Einzelpendel gegen die des mittleren Pendels werden demnach fast allein von Verschiebungen der Schneiden auf den Lagern und wirklichen Längenänderungen der Pendel während der Reise herrühren.

Aus den Einzelunterschieden ist das Gesamtmittel gebildet, und die Abweichungen von diesem sind aufgeführt.

*Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel gegen das mittlere Pendel.*

Nr.	Station	Mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzelwerte vom Gesamtmittel			
		Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
Potsdam .....		+ 121	— 176	+ 315	— 258	+ 14	— 9	— 17	+ 11
		+ 121	— 173	+ 302	— 250	+ 14	— 12	— 4	+ 3
		+ 117	— 175	+ 314	— 254	+ 18	— 10	— 16	+ 7
		+ 122	— 178	+ 312	— 254	+ 13	— 7	— 14	+ 7
		+ 125	— 182	+ 307	— 249	+ 10	— 3	— 9	+ 2
		+ 127	— 186	+ 310	— 250	+ 8	+ 1	— 12	+ 3
		+ 126	— 177	+ 303	— 252	+ 9	— 8	— 5	+ 5
		+ 120	— 177	+ 313	— 254	+ 15	— 8	— 15	+ 7
		Mittelwerte und [v]	+ 122	— 178	+ 310	— 253	1355	512	1232

Nr.	Station	Mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzelwerte vom Gesamtmittel			
		Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
1	Paderborn .....	+ 145	- 185	+ 295	- 256	- 10	0	+ 3	+ 9
		+ 126	- 177	+ 300	- 247	+ 9	- 8	- 2	0
		+ 127	- 190	+ 314	- 252	+ 8	+ 5	- 16	+ 5
		+ 134	- 184	+ 305	- 256	+ 1	- 1	- 7	+ 9
	Mittelwerte und [v v]	+ 133	- 182	+ 302	- 251	246	90	318	187
2	Warburg a. d. Diemel ....	+ 160	- 176	+ 285	- 267	- 25	- 9	+ 13	+ 20
		+ 154	- 181	+ 292	- 264	- 19	- 4	+ 6	+ 17
		+ 149	- 190	+ 286	- 246	- 14	+ 5	+ 12	- 1
		+ 139	- 189	+ 293	- 244	- 4	+ 4	+ 5	- 3
	Mittelwerte und [v v]	+ 151	- 182	+ 289	- 255	1198	138	374	699
3	Corbach .....	+ 146	- 189	+ 293	- 249	- 11	+ 4	+ 5	+ 2
		+ 141	- 199	+ 301	- 241	- 6	+ 14	- 3	- 6
	Mittelwerte und [v v]	+ 144	- 194	+ 297	- 245	157	212	34	40
4	Wildungen .....	+ 123	- 179	+ 297	- 239	+ 12	- 6	+ 1	- 8
		+ 121	- 176	+ 298	- 242	+ 14	- 9	0	- 5
		+ 122	- 178	+ 296	- 239	+ 13	- 7	+ 2	- 8
		+ 121	- 175	+ 293	- 238	+ 14	- 10	+ 5	- 9
	Mittelwerte und [v v]	+ 122	- 177	+ 296	- 240	705	266	30	234
5	Rosenthal in Hessen ....	+ 138	- 178	+ 308	- 268	- 3	- 7	- 10	+ 21
		+ 150	- 193	+ 294	- 252	- 15	+ 8	+ 4	+ 5
		+ 142	- 190	+ 298	- 249	- 7	+ 5	0	+ 2
		+ 135	- 180	+ 294	- 248	0	- 5	+ 4	+ 1
		+ 136	- 186	+ 293	- 243	- 1	+ 1	+ 5	- 4
		+ 140	- 189	+ 294	- 246	- 5	+ 4	+ 4	- 1
	Mittelwerte und [v v]	+ 140	- 186	+ 297	- 251	309	180	173	488
6	Kirtorf am Vogelsberg ...	+ 154	- 191	+ 289	- 253	- 19	+ 6	+ 9	+ 6
		+ 143	- 191	+ 293	- 244	- 8	+ 6	+ 5	- 3
	Mittelwerte und [v v]	+ 149	- 191	+ 291	- 249	425	72	106	45
7	Grünberg im Vogelsberg .	+ 141	- 195	+ 299	- 243	- 6	+ 10	- 1	- 4
		+ 140	- 191	+ 298	- 245	- 5	+ 6	0	- 2
		+ 144	- 191	+ 296	- 249	- 9	+ 6	+ 2	+ 2
		+ 144	- 188	+ 292	- 249	- 9	+ 3	+ 6	+ 2
	Mittelwerte und [v v]	+ 142	- 191	+ 296	- 247	223	181	41	28
8	Nidda im Vogelsberg ....	+ 146	- 189	+ 291	- 247	- 11	+ 4	+ 7	0
		+ 147	- 189	+ 287	- 245	- 12	+ 4	+ 11	- 2
		+ 138	- 184	+ 293	- 247	- 3	- 1	+ 5	0
		+ 141	- 187	+ 290	- 242	- 6	+ 2	+ 8	- 5
	Mittelwerte und [v v]	+ 143	- 187	+ 290	- 245	310	37	259	29
9	Hanau .....	+ 131	- 185	+ 294	- 240	+ 4	0	+ 4	- 7
		+ 134	- 185	+ 298	- 245	+ 1	0	0	- 2
	Mittelwerte und [v v]	+ 133	- 185	+ 296	- 243	17	0	16	53

Nr.	Station	Mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzelwerte vom Gesamtmittel			
		Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
10	Groß Umstadt . . . . .	+ 139	— 193	+ 305	— 249	— 4	+ 8	— 7	+ 2
		+ 141	— 194	+ 291	— 238	— 6	+ 9	+ 7	— 9
		+ 148	— 195	+ 300	— 252	— 13	+ 10	— 2	+ 5
		+ 142	— 197	+ 300	— 245	— 7	+ 12	— 2	— 2
	Mittelwerte und [vv]	+ 143	— 196	+ 299	— 246	270	389	106	114
11	Michelstadt im Odenwald	+ 135	— 185	+ 295	— 245	0	0	+ 3	— 2
		+ 131	— 192	+ 300	— 240	+ 4	+ 7	— 2	— 7
	Mittelwerte und [vv]	+ 133	— 189	+ 298	— 243	16	49	13	53
12	Rothenberg im Odenwald	+ 137	— 187	+ 293	— 241	— 2	+ 2	+ 5	— 6
		+ 118	— 182	+ 297	— 234	+ 17	— 3	+ 1	— 13
		+ 128	— 184	+ 297	— 243	+ 7	— 1	+ 1	— 4
		+ 134	— 182	+ 296	— 247	+ 1	— 3	+ 2	0
		+ 126	— 183	+ 295	— 236	+ 9	— 2	+ 3	— 11
	Mittelwerte und [vv]	+ 129	— 184	+ 296	— 240	424	27	40	342
	Potsdam . . . . .	+ 132	— 185	+ 302	— 248	+ 3	0	— 4	+ 1
		+ 132	— 184	+ 298	— 247	+ 3	— 1	0	0
		+ 129	— 184	+ 301	— 246	+ 6	— 1	— 3	— 1
		+ 129	— 188	+ 299	— 240	+ 6	+ 3	— 1	— 7
+ 135		— 183	+ 297	— 248	0	— 2	+ 1	+ 1	
Mittelwerte und [vv]	+ 130	— 188	+ 304	— 246	+ 5	+ 3	— 6	— 1	
	+ 133	— 185	+ 299	— 246	+ 2	0	— 1	— 1	
	+ 131	— 185	+ 302	— 247	+ 4	0	— 4	0	
	+ 131	— 185	+ 300	— 246	135	24	80	54	

Betrachtet man die Einzelabweichungen von ihrem Gesamtmittel als zufällige Fehler\*), so erhält man bei  $n$  Reihen

$$[vv] = m'_{IV}{}^2 (4n - (n + 3)) = m'_{IV}{}^2 (3n - 3).$$

Setzt man die Werte ein, so kommt

$$m'_{IV}{}^2 = \frac{5790 + 2177 + 2822 + 2681}{3 \times 59 - 3} = \frac{13470}{174}$$

$$m'_{IV} = \pm 8.8.$$

Dieser mittlere Fehler der Beobachtung einer Schwingungszeit eines Pendels ist beeinflusst von den Veränderungen der Pendel von Station zu Station und von den Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr, wie schon oben bemerkt wurde.

Der mittlere Fehler eines Mittels aus 4 Schwingungszeiten wird

$$m_{IV} = \pm 4.4.$$

Vergl. F. R. HELMERT *Die Schwerkraft im Hochgebirge* usw. Veröffentlichung des Königl. Geodätischen Instituts und des Zentralbureaus der internationalen Erdmessung. Berlin 1890. Seite 13.

Vergleicht man diesen mittleren Fehler  $m_{IV}$  mit dem mittleren Fehler  $m'_{III}$ , der frei ist von dem Einfluß der Veränderung der Pendel von Station zu Station und von anderen systematisch wirkenden Fehlern, so kann man den Einfluß der Veränderung der Pendel auf den mittleren Fehler einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels auf einer Außenstation darstellen.

Bezeichnen wir mit  $\lambda_m^2$  den Einfluß der Veränderung eines Pendels auf die Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation, so erhalten wir

$$\lambda_m^2 = m_{IV}^2 - m'_{III}{}^2 = 4.4^2 - 2.8^2 = 11.52$$

als quadratischen Anteil der Veränderung der Pendel an dem mittleren Fehlerquadrat der Schwingungszeiten der Pendel auf den Außenstationen. Unter Berücksichtigung der zweimaligen Beobachtung in Potsdam wird dann der Anteil an dem mittleren Fehlerquadrat des Unterschiedes der Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam*:

$$\lambda^2 = 1/2 \lambda_m^2 + \lambda_m^2$$

also

$$\lambda^2 = 3/2 \lambda_m^2 = 17.28.$$

Eine andere Ableitung des Einflusses der Veränderung der Schwingungszeiten der Pendel auf den Unterschied *Potsdam* weniger Außenstation hat Herr Geheimer Regierungsrat BORRASS in seiner Arbeit: *Relative Bestimmungen der Intensität der Schwerkraft auf den Stationen Bukarest, Tiglina bei Galatz, Wien, Charlottenburg und Pulkowa im Anschluß an Potsdam*. Berlin 1905. Neue Folge Nr. 23 auf Seite 59 ff. gegeben. Wir gehen dabei aus von den Unterschieden der Einzelpendel gegen das mittlere Pendel, indem wir für jede Station das Mittel der Einzelwerte einführen.

Station	Die Stationsmittelwerte der Unterschiede				n = Anzahl der Beobachtungen	Abweichungen der Einzelwerte gegen das Gesamtmittel				[v v]	r/n
	$M_P-78$	$M_P-76$	$M_P-79$	$M_P-77$		$v_{78}$	$v_{76}$	$v_{79}$	$v_{77}$		
Potsdam . . . . .	+ 122	- 178	+ 310	- 253	8	+15	- 9	-13	+ 7	524	0.125
Paderborn . . . . .	+ 133	- 182	+ 302	- 251	4	+ 4	- 5	- 5	+ 5	91	0.250
Warburg . . . . .	+ 151	- 182	+ 289	- 255	4	-14	- 5	+ 8	+ 9	366	0.250
Corbach . . . . .	+ 144	- 194	+ 297	- 245	2	- 7	+ 7	0	- 1	99	0.500
Wildungen . . . . .	+ 122	- 177	+ 296	- 240	4	+15	-10	+ 1	- 6	362	0.250
Rosenthal . . . . .	+ 140	- 186	+ 297	- 251	6	- 3	- 1	0	+ 5	35	0.167
Kirtorf . . . . .	+ 149	- 191	+ 291	- 249	2	-12	+ 4	+ 6	+ 3	205	0.500
Grünberg i. H. . . . .	+ 142	- 191	+ 296	- 247	4	- 5	+ 4	+ 1	+ 1	43	0.250
Nidda . . . . .	+ 143	- 187	+ 290	- 245	4	- 6	0	+ 7	- 1	86	0.250
Hanau . . . . .	+ 133	- 185	+ 296	- 243	2	+ 4	- 2	+ 1	- 3	30	0.500
Groß Umstadt . . . . .	+ 143	- 196	+ 299	- 246	4	- 6	+ 9	- 2	0	121	0.250
Michelstadt i. O. . . . .	+ 133	- 189	+ 298	- 243	2	+ 4	+ 2	- 1	- 3	30	0.500
Rothenberg i. O. . . . .	+ 129	- 184	+ 296	- 240	5	+ 8	- 3	+ 1	- 6	110	0.200
Potsdam . . . . .	+ 131	- 185	+ 300	- 246	8	+ 6	- 2	- 3	0	49	0.125
Mittelwerte u. Summen	+ 137	- 187	+ 297	- 246	59					2151	4.117

Bezeichnet man die Anzahl der Stationen mit  $r$  und den Einfluß der Veränderung des einzelnen Pendels mit  $\lambda$  und mit  $\mu$  den mittleren Fehler einer Schwingungszeit frei von dem Einfluß der Veränderung des Pendels und frei von systematischen Fehlern, so ist:

$$[vv] = 3 \frac{r-1}{r} \mu^2 \Sigma \frac{1}{n} + 3(r-1)\lambda^2;$$

für  $\mu$  nehmen wir 5.3 an als Mittel der auf den Seiten 43 und 46 abgeleiteten Werte.

$$2151 = 322.2 + 3(r-1)\lambda^2$$

$$\frac{2151 - 322.2}{39} = \lambda^2 = 46.92.$$

Es wird also der quadratische Anteil der Veränderung der Pendel an dem mittleren Fehlerquadrat der Schwingungszeiten der mittleren Pendel auf den Außenstationen

$$\lambda_m^2 = \frac{\lambda^2}{4} = 11.73.$$

Mithin ist der quadratische Anteil der Veränderung der Pendel für den Unterschied der Außenstationen mit *Potsdam*:

$$\lambda_m^2 \cdot 3/2 = 17.60.$$

Nach der ersten Berechnung erhielten wir für die gleiche Größe zu 17.28.

Bei der Fehlerberechnung wird der größere der beiden Werte, also 17.60 zugrunde gelegt werden.

Es ist noch von Interesse, das *ABBE-HELMERTS*che Kriterium (vergl. Seite 12) über das Vorkommen von systematischen Fehlern auf die in der vorstehenden Tabelle mitgeteilten Abweichungen der Unterschiede der Schwingungszeiten der Einzelpendel gegen das mittlere Pendel von ihrem Gesamtmittel anzuwenden. Wir erhalten

$$\text{für Nr. 78 } \frac{2A}{B} = 1.10 \pm 0.36; \quad \text{Nr. 76 } \frac{2A}{B} = 0.96 \pm 0.36$$

$$\text{Nr. 79 } \frac{2A}{B} = 1.18 \pm 0.36; \quad \text{Nr. 77 } \frac{2A}{B} = 1.47 \pm 0.36.$$

Nur der Wert für das Pendel Nr. 77 weicht von der Einheit erheblicher ab. Man kann also auch aus diesen Werten schließen, daß sich die Schwingungszeiten der Pendel während der Reise genügend konstant erhalten haben.

§ 11. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperaturkoeffizienten.

Die Beobachtungen der Schwingungszeiten der Pendel sind auf den einzelnen Stationen bei den folgenden Temperaturen und Luftdichten ausgeführt:

	<i>t</i>	<i>D</i>		<i>t</i>	<i>D</i>	$\Delta t$	$\Delta D$
Potsdam	15.06	0.934					
Paderborn	17.92	0.930	Potsdam weniger	-2.86	0.004	$\pm 0.29$	$\pm 0.03$
Warburg	17.25	0.912	" "	-2.19	0.022	$\pm 0.22$	$\pm 0.15$
Corbach	15.93	0.884	" "	-0.87	0.050	$\pm 0.09$	$\pm 0.35$
Wildungen	16.43	0.901	" "	-1.37	0.033	$\pm 0.14$	$\pm 0.23$
Rosenthal	12.26	0.919	" "	+2.80	0.015	$\pm 0.28$	$\pm 0.11$
Kirtorf	14.48	0.918	" "	+0.58	0.016	$\pm 0.06$	$\pm 0.11$
Grünberg	16.17	0.908	" "	-1.11	0.026	$\pm 0.11$	$\pm 0.18$
Nidda	16.74	0.919	" "	-1.68	0.015	$\pm 0.17$	$\pm 0.11$
Hanau	16.23	0.931	" "	-1.17	0.003	$\pm 0.12$	$\pm 0.02$
Gr.Umstadt	18.20	0.912	" "	-3.14	0.022	$\pm 0.31$	$\pm 0.15$
Michelstadt	17.33	0.907	" "	-2.27	0.027	$\pm 0.23$	$\pm 0.19$
Rothenberg	16.73	0.890	" "	-1.67	0.044	$\pm 0.17$	$\pm 0.31$

Die  $\Delta t$  und  $\Delta D$  sind berechnet mit dem angenommenen durchschnittlichen mittleren Fehler der Temperaturkoeffizienten  $\pm 0.10 \times 10^{-7}$  und dem durchschnittlichen mittleren Fehler der Dichtekoeffizienten  $\pm 7.5 \times 10^{-7}$ . Vergl. Seite 31.

Als Einfluß der Unsicherheit der beiden Koeffizientenbestimmungen auf den Unterschied einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* erhält man

$$m_x = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta t^2 + \sum \Delta D^2}{12}} = \pm \sqrt{\frac{0.89}{12}} = \pm 0.3 \times 10^{-7}.$$

§ 11. Die Genauigkeit der Beobachtungen.

1. Der mittlere Fehler der Anschlußbeobachtungen in *Potsdam*, abgeleitet aus der 1. Zusammenstellung auf Seite 40—41 beträgt  $\pm 0.5 \times 10^{-7}$ .
2. Der mittlere Fehler der Beobachtungen auf den Außenstationen ist nach Seite 46 bei der Annahme von durchschnittlich drei Beobachtungsreihen  $\pm 1.6 \times 10^{-7}$ .
3. Der mittlere Fehler der Bestimmung des Mitschwingens in *Potsdam* und auf den Außenstationen beträgt nach Seite 6  $\pm 0.7 \times 10^{-7}$ .
4. Der mittlere Fehler der Bestimmung der täglichen Gänge der Beobachtungsuhr in *Potsdam* ist nach Seite 10  $\pm 1.2 \times 10^{-7}$ . Der gleiche Fehler auf den Außenstationen  $\pm 2.5 \times 10^{-7}$ .

5. Der mittlere Fehler der Bestimmung der Temperatur- und Dichtekonstanten geht nach Seite 52 ein mit  $\pm 0.3 \times 10^{-7}$ .

6. Der quadratische Einfluß der Veränderung der Pendel auf den Unterschied der Schwingungszeiten eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* beträgt nach Seite 51  $\pm 17.60 \times 10^{-14}$ .

Als mittleren Fehler des Unterschiedes einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* erhalten wir also

$$\begin{aligned} M_s &= \pm \sqrt{0.5^2 + 1.6^2 + 0.7^2 + 0.7^2 + 1.2^2 + 2.5^2 + 0.3^2 + 17.60} \\ &= \pm \sqrt{29.17} = \pm 5.4 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

und als mittleren Fehler eines Unterschiedes der Schwerkraft einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam*

$$M_g = \pm 0.002 \text{ cm } 10^{-3}.$$

---

## II. Beobachtungen im Jahre 1911.

### § 1. Vorbemerkungen.

Das magnetische Observatorium zu *Potsdam* hat durch eigene und auf seine Veranlassung von Beamten der Königlich Preussischen Landesaufnahme vorgenommene Messungen in *Ost- und Westpreußen* Gebiete mit sehr großen magnetischen Störungen erschlossen. Die Störungen scheinen keinem bestimmten Gesetze zu folgen; sie gehen vielmehr fast regellos durcheinander. Im Harzgebiete zeigen die magnetischen Kurven, wie sie von Prof. *ESCHENHAGEN* entworfen sind, ungefähr das gleiche Bild, wie die Kurven gleicher ( $g'' - \gamma_0$ ). Beide Arten von Kurven folgen im allgemeinen dem regionalen Aufbau des Gebirges. Das in Frage kommende Gebiet in *Ost- und Westpreußen* ist vorwiegend eben, nur leichte Erdwälle durchziehen die Landschaft, die von vielen kleinen Bächen und seichten Wasserstellen belebt ist. Der Boden muß sehr eisenhaltig sein, wie man an den gelbgefärbten Graben- und Teichrändern sieht. Es war nun von gewiß hohem Interesse, in dieser magnetisch so eigenartig gestörten Gegend auch das Verhalten der Beschleunigung der Schwerkraft kennen zu lernen. Herr Geheimer Oberregierungsrat *HELMERT* ging daher gern auf den Vorschlag des Vorstehers des Magnetischen Observatoriums zu *Potsdam*, Herrn Geheimen Regierungsrats *SCHMIDT* ein, in dieser Gegend auf einer genügenden Anzahl von günstig liegenden Stationen die Beschleunigung der Schwerkraft bestimmen zu lassen. Mit der Ausführung dieser Arbeit beauftragt, suchte ich gemeinsam mit Herrn Geheimen Regierungsrat *SCHMIDT* 6 Stationen aus, die nach ihrer Lage geeignet waren, Aufschluß über einen vermuteten Zusammenhang zwischen den magnetischen Störungen und den Anomalien der Schwerkraft zu geben.

Da es sich bei den gewählten Stationen um sehr kleine Orte und einzeln liegende Gutshöfe handelte, hielt ich es für notwendig, die ausgewählten Orte vor Beginn der Beobachtungen zu besuchen, um Umschau zu halten nach geeigneten Beobachtungsräumen. Auf fünf Stationen fand ich gleich angemessene Räume; auf der sechsten, *Frauentdorf*, mußte ich die Diele einer Scheune durch Anlage eines Zementbodens von 2 zu 2 m Grundfläche für die Aufstellung des Beobachtungspfeilers herrichten lassen. Diese Arbeit wurde in zuvorkommendster Weise von dem Besitzer Herrn Vorsteher *NEUMANN* ausgeführt. Auf den Gutshöfen des Herrn *PREEZMANN* in *Heeslicht* und des Herrn *ERTMANN* in *Rosenau* sowie in dem Hause des Herrn Vorstehers *NEUMANN* fand ich mit meinen Instrumenten gastliche Aufnahme. Ich benutze



auch diese Gelegenheit, den Herren für ihre uneigennütigen Bemühungen herzlich zu danken.

Das Wetter begünstigte im allgemeinen die Beobachtungen. Nur in *Rosenau* dauerten die Beobachtungen etwas länger. Hier lagen die beiden notwendigen Zeitbestimmungen drei Tage auseinander. Die Beobachtungen erforderten infolgedessen eine gesonderte Behandlung.

### § 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen.

Nr. d. Station	Station	Geographische		Höhe über N. N.	Mittlerer Fehler der Höhenangabe	Anbindepunkt	Lage des Beobachtungsräumens	Art des Fußbodens
		Breite	Länge östl. v. Grw.					
1	Potsdam Mittelkeller Rybno	53° 23' 1"	19° 56' 0"	160 <sup>m</sup> .4	± 0 <sup>m</sup> .4	Bolzen am Bahnhof	Schuppen des Gasthofs Gimm	Steinpflaster
2	Heeselicht	53 25.5	20 5.0	174.4	± 0.7	T. P. Heeselicht	Brennerei des Rittergutes	Zement
3	Rosenau b. Allenstein	53 51.7	20 28.9	132.7	± 1.1	T. P. Rosenau	Keller des Rittergutes	Steinpflaster
4	Kalkstein	54 3.0	20 9.2	103.1	± 1.0	T. P. Voigtsdorf	Zimmer eines Bauernhauses	Steinplatten
5	Migehnen	54 9.7	20 15.3	69.1	± 1.0	T. P. Dargels	Küche eines Bauernhauses	Ziegelsteinpflaster
6	Frauendorf	54 10.2	20 22.0	107.9	± 0.2	T. P. Bogen	Scheune des Ortsvorstehers	Zement

Die geographischen Koordinaten sind wieder den Meßtischblättern 1 : 25000 entnommen. Die Höhenlagen wurden durch Anschluß an Anbindepunkte ermittelt. Die Höhen der T. P. wurden uns in zuvorkommender Weise von der Königlichen Landesaufnahme mitgeteilt. Die mittleren Fehler der Höhenbestimmungen sind so gering, daß sie für den Unterschied der Schwerkraft einer Außenstation gegen *Potsdam* ohne Einfluß sind. Die Höhenbestimmungen beruhen auf mindestens drei unabhängigen Werten, die mit dem Barometer BOHNE Nr. 938 ermittelt wurden.

### § 3. Bestimmung des Mitschwingers.

Die Methode zur Bestimmung und die Formeln für Berechnung des Mitschwingers sind auf Seite 4 gegeben. Die Zahlen der Tabelle sind wieder Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeiten.

Nr.	Station 1911	Nummer der Beobachtung	Richtung 78—76				Richtung 79—77					
			Mit- schwin- gen	[ <i>vv</i> ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler	Mit- schwin- gen	[ <i>vv</i> ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler
	Potsdam ...	1	37	5	7	36	± 0.4	37	9	8	37	± 0.3
		2	35	19	7			37	16	8		
		3	.	.	.			38	9	6		
1	Rybno .....	1	43	25	8	41	± 0.4	47	33	8	46	± 0.4
		2	42	38	8			46	22	8		
		3	39	7	8			45	24	6		
2	Heeselicht ..	1	45	43	9	46	± 0.6	60	42	8	62	± 0.9
		2	46	41	8			63	143	8		
3	Rosenau ...	1	40	15	9	38	± 0.4	43	16	9	44	± 0.3
		2	36	14	6			44	13	8		
4	Kalkstein ..	1	54	43	9	53	± 0.5	55	22	9	54	± 0.4
		2	52	17	6			53	14	6		
5	Migehnen ..	1	53	31	8	53	± 0.5	65	121	8	64	± 0.8
		2	52	21	8			62	15	6		
6	Frauendorf .	1	31	29	9	33	± 0.5	35	4	9	37	± 0.3
		2	33	28	8			40	21	9		
		3	35	37	6			36	9	7		
	Potsdam ...	1	41	11	8	41	± 0.4	42	7	8	42	± 0.4

Als durchschnittlichen mittleren Fehler der Bestimmungen des Mitschwingens in *Potsdam* nehmen wir für beide Richtungen gleichmäßig  $\pm 0.4 \times 10^{-7}$  an. Für die Außenstationen ist der durchschnittliche mittlere Fehler für die Richtung 78—76  $= \pm 0.5 \times 10^{-7}$  und für die Richtung 79—77 ebenfalls  $\pm 0.5 \times 10^{-7}$ . Diese Werte werden bei der Fehlerrechnung des Endergebnisses berücksichtigt werden.

**§ 4. Die Ableitung der täglichen Uhgänge der Beobachtungsuhren  
RIEFLER Nr. 96 und STRASSER u. ROHDE Nr. 101.**

Über Beobachtungsart und Berechnung vergl. Seite 7.

**1. Tägliche Uhgänge von RIEFLER Nr. 96 für die Anschluß-  
messungen in Potsdam.**

Potsdam 1911 Juli 6 a.	+ 0 <sup>s</sup> .25	September 4	+ 0 <sup>s</sup> .33
"    6 p.	+ 0.23	"    5	+ 0.30
"    7 a.	+ 0.22	"    6	+ 0.28
"    7 p.	+ 0.20	"    7	+ 0.26
"    8 a.	+ 0.18	"    8	+ 0.21
"    8 p.	+ 0.16		
"    9 a.	+ 0.20		
" 10	+ 0.25		
" 11	+ 0.22		

**2. Tägliche Uhgänge von STRASSER u. ROHDE Nr. 101  
für die Außenstationen.**

Nr.	Station	1911	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektur	Uhrgang		Ange- wandtes Mittel der täglich Uhgänge	Mittlere Fehler der täglich Uhgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel
						abgeleitet aus	täglich			
1	Rybno	Juli	26 1	18 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 8	+ 4 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> .49	1 u. 4	+ 8 <sup>s</sup> .77	+ 8 <sup>s</sup> .75	± 0 <sup>s</sup> .02	0.0008
			26 2	19 6.3	+ 4 33.59	$\frac{2+3}{2}$ u. 5	+ 8.73			
		26 3	19 26.8	+ 4 33.83						
		27 4	17 37.6	+ 4 41.85	4 u. 6	+ 8.68	+ 8.70	± 0.02	0.0008	
		27 5	18 3.9	+ 4 42.00	$5 \text{ u. } \frac{7+8}{2}$	+ 8.72				
		28 6	16 54.1	+ 4 50.27						
		28 7	17 28.6	+ 4 50.48						
		28 8	17 45.9	+ 4 50.63						
2	Heeslicht	" 30	1 18 8.4	+ 0 20.66	$\frac{1+2}{2}$ u. 4	+ 32.25	+ 32.29	± 0.04	0.0025	
			2 18 41.3	+ 0 21.38	3 u. 5	+ 32.32				
			3 19 0.4	+ 0 21.85						
			4 17 33.3	+ 0 52.11						
			5 17 56.9	+ 0 52.74						
3	Rosenau	Aug.	3 1 17 31.8	+ 2 28.31	1 u. 4	+ 16.27	+ 16.26	± 0.02		
			3 2 17 49.1	+ 2 28.52	$2 \text{ u. } \frac{5+6}{2}$	+ 16.28				
		3 3 18 14.3	+ 2 28.92	3 u. 7	+ 16.23					
		6 4 18 8.7	+ 3 17.53							
		6 5 18 39.8	+ 3 17.92							
		6 6 18 58.9	+ 3 18.14							
		6 7 19 19.9	+ 3 18.34							

Nr.	Station	1911	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektur	Urgang		Ange- wandte Mittel der täglichen Urgänge	Mittlerer Fehler der täglichen Urgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel	
						abgeleitet aus	täglich				
4	Kalkstein	Aug.	8 1	17 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> .6	+ 0 <sup>m</sup> 53.45	1 u. 4	+ 1.18	+ 1.19	± 0.01	0.0011	
			8 2	18 1.0	+ 0 53.57	2 u. 5	+ 1.22				
			8 3	18 30.1	+ 0 53.43	3 u. 6	+ 1.18				
		9 4	17 37.7	+ 0 54.63	5 u. 8	+ 1.08	+ 1.15	± 0.07	0.0098		
		9 5	18 1.0	+ 0 54.79							
		9 6	18 30.1	+ 0 54.61	$\frac{4+6}{2}$ u. 7	+ 1.22					
		10 7	17 42.2	+ 0 55.82							
		10 8	18 1.0	+ 0 55.87							
		5	Migehnen	12 1	17 41.9	+ 1 8.87	1 u. 3	+ 0.70	+ 0.72	± 0.02	0.0005
				12 2	18 8.1	+ 1 8.91	2 u. $\frac{4+5}{2}$	+ 0.73			
13 3	17 33.0			+ 1 9.57	3 u. 6	+ 0.66	+ 0.59	± 0.04	0.0078		
13 4	17 50.3			+ 1 9.63	4 u. 7	+ 0.57					
13 5	18 15.5			+ 1 9.64	5 u. 8	+ 0.54					
14 6	18 41.1			+ 1 10.26							
14 7	19 0.1			+ 1 10.22							
14 8	19 22.2			+ 1 10.20							
6	Frauendorf	17 1	23 56.8	+ 0 46.30	1 u. 4	+ 1.07	+ 1.07	± 0.00	0.0000		
		17 2	0 20.4	+ 0 46.25	$\frac{2+3}{2}$ u. 5	+ 1.07					
		17 3	0 57.9	+ 0 46.43							
		18 4	17 41.6	+ 0 47.09	4 u. $\frac{6+7}{2}$	+ 0.94	+ 0.95	± 0.01	0.0001		
		18 5	18 7.8	+ 0 47.12	5 u. 8	+ 0.95					
		19 6	17 31.7	+ 0 48.06							
		19 7	17 50.0	+ 0 48.01							
		19 8	18 15.0	+ 0 48.08							

Für die Ableitung des durchschnittlichen mittleren Fehlers einer Bestimmung eines täglichen Ganges der Beobachtungsuhr legen wir nur die Beobachtungen zugrunde, die in nahezu 24stündigem Intervall erhalten wurden. Wir erhalten aus 20 Einzelwerten in 9 Gruppenmitteln als mittleren Fehler einer Beobachtung eines täglichen Ganges:

$$m'_u = \pm \sqrt{\frac{0.0234}{11}} = \pm 0.046.$$

Da die angewendeten täglichen Gänge auf durchschnittlich 2 Beobachtungen beruhen, so ist der mittlere Fehler eines für die Reduktion der Pendelbeobachtungen benutzten täglichen Ganges

$$m_u = \pm \frac{0.046}{\sqrt{2}} = \pm 0.033$$

oder  $\pm 1.9 \times 10^{-7}$  sec. der Schwingungszeit, welchen Wert wir bei der Berechnung der mittleren Fehler eines Unterschiedes der Schwingungszeiten der Pendel auf den Außenstationen gegen die gleichen Werte in *Potsdam* in Rechnung setzen werden.

Den mittleren Fehler der Bestimmung des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr in *Potsdam* setzen wir nach den Angaben des Herrn Prof. WANACH zu  $\pm 0^{\circ}.02$  oder  $\pm 1.2 \times 10^{-7}$  sec. der Schwingungszeit fest.

### § 5. Die Pendelbeobachtungen.

Es wurden wieder die vier Nickelstahlpendel Nr. 76, 77, 78 und 79 mit dem Vierpendelapparat des Geodätischen Instituts verwendet. Da sich auf einer Station des Vorjahres (Siehe Seite 30) eine unerklärliche Änderung von zwei Pendeln gezeigt hatte, die aber nach Umhängen der Pendel sogleich wieder verschwand, so hielt ich es doch für wünschenswert, eines der beiden Pendel etwas genauer zu untersuchen. Dieses führte allerdings nur zur Feststellung der Tatsache, daß die Schneide sehr krumm in ihrer Fassung saß und keine gerade Linie, sondern eine gezackte Säge bildete. Die Untersuchung muß wohl nicht mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt sein, denn es stellte sich nachher eine nicht unerhebliche Änderung der Schwingungszeit des Pendels heraus. Das Pendel hat sich aber später weiter gut gehalten.

Für die Ausgangsbeobachtungen in *Potsdam* ist die alte Methode der Morgen- und Abendbeobachtungen für die Pendel beibehalten. Bei den Anschlußbeobachtungen am Ende der Reihe bin ich von dieser Methode abgewichen und habe nur am Vormittag beobachtet. Die Güte der Potsdamer Beobachtungsuhr und deren vorzügliche Aufstellung im Uhrenkeller des Geodätischen Instituts gewährleistete einen von täglichen Schwankungen fast freien täglichen Gang, so daß ich mich berechtigt glaubte, die für *Potsdam* bequemere Beobachtungsart am Vormittage zu wählen. Die Außenstationen sind aber streng nach der Regel der etwa 12stündigen Zwischenzeit der beiden Tagesreihen beobachtet worden. Auf den Außenstationen bediente ich mich wieder der bewährten Pendeluhr STRASSER u. ROHDE Nr. 101, die in diesem Jahre ein neues erstklassiges Nickelstahlpendel erhalten hatte.

Als Barometer benutzte ich das Aneroid BOHNE Nr. 938 mit der neu ermittelten Standkorrektur  $+ 1.8$  mm. Die Thermometerkorrektur des Aneroids kann nach Seite 30 vernachlässigt werden.

Zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft diente ein KOPPE'sches Haarhygrometer. Als Thermometer wurde wie früher *M<sub>g</sub> II* benutzt. Vergl. Seite 29. Die Art der Beobachtung hat sich gegen das Vorjahr nicht geändert.

Pendel-Nr.	Genehertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koin- ziden- zen- inter- vall	Aus Schlag in Bogen- minuten am		Pendel- temperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luft- druck 700 mm +	Korrektion des Luftdruckes wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungs- zeit in Uhrzeit- sekunden	Korrek tionen wegen				Mit- schwin- gen	Reduzirte Schwingungszeit in Sternzeit- sekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Tempe- ratur	Luft- dichte	Uhgang			
<b>Potsdam, Mittelkeller. Juli 6 und 7.</b>																		
78	3 <sup>p</sup> 6	32 <sup>s</sup> 843	19.5	13.3	15.46	15.46	88	61.7	-4.3	43	77297	7	56	666	14	36	76546	+182
76	4.3	32.689	19.8	14.5	15.46	15.50	88	61.4	-4.3	43	77666	7	52	655	14	36	76930	-202
79	5.0	32.893	18.3	13.4	15.50	15.51	88	61.1	-4.3	42	77177	7	61	642	14	37	76444	+284
77	5.7	32.661	20.0	14.8	15.51	15.51	88	60.8	-4.3	42	77734	8	59	654	14	37	76990	-262
																	<b>76728</b>	
78	7 <sup>s</sup> 5	32.842	19.5	14.3	15.38	15.40	88	60.2	-4.3	41	77299	7	56	664	13	36	76549	+177
76	8.2	32.690	19.9	14.4	15.40	15.44	88	60.1	-4.3	41	77664	7	52	653	13	36	76929	-203
79	8.8	32.894	18.0	12.8	15.44	15.47	88	60.1	-4.3	41	77174	6	61	641	13	37	76442	+284
77	9.5	32.663	21.0	15.0	15.47	15.49	88	60.1	-4.3	41	77729	9	59	653	13	37	76984	-258
																	<b>76726</b>	
<b>Juli 7 und 8.</b>																		
78	3 <sup>p</sup> 5	32 <sup>s</sup> 846	19.3	13.1	15.54	15.54	88	59.1	-4.3	40	77290	7	57	664	12	36	76538	+186
76	4.2	32.689	20.0	14.1	15.54	15.58	88	58.8	-4.3	39	77666	8	52	652	12	36	76930	-206
79	4.9	32.895	18.5	13.5	15.58	15.62	88	58.7	-4.3	39	77172	7	61	639	12	37	76440	+284
77	5.6	32.662	20.0	14.5	15.62	15.62	88	58.7	-4.3	39	77731	8	59	652	12	37	76987	-263
																	<b>76724</b>	
78	7 <sup>s</sup> 6	32.844	19.4	14.5	15.52	15.54	88	58.2	-4.3	38	77294	8	57	662	11	36	76542	+186
76	8.3	32.687	20.0	14.5	15.54	15.58	88	58.2	-4.3	38	77671	8	52	651	11	36	76935	-207
79	9.0	32.892	18.6	13.0	15.58	15.62	88	58.1	-4.3	38	77179	7	61	639	11	37	76446	+282
77	9.7	32.661	20.0	14.6	15.62	15.64	88	58.1	-4.3	38	77734	8	59	651	11	37	76990	-262
																	<b>76728</b>	
<b>Juli 8 und 9.</b>																		
78	3 <sup>p</sup> 3	32 <sup>s</sup> 841	19.8	14.4	15.72	15.74	88	56.8	-4.3	36	77302	8	57	661	9	36	76549	+179
76	4.0	32.688	18.8	14.0	15.74	15.76	88	56.5	-4.3	36	77669	7	53	650	9	36	76932	-204
79	4.7	32.894	18.3	13.8	15.76	15.78	88	56.2	-4.3	35	77174	7	62	637	9	37	76440	+288
77	5.4	32.661	18.9	14.0	15.78	15.82	88	56.0	-4.3	35	77734	7	60	649	9	37	76990	-262
																	<b>76728</b>	
78	7 <sup>s</sup> 6	32.844	20.3	14.6	15.66	15.66	83	59.4	-4.1	40	77294	8	57	664	12	36	76541	+183
76	8.3	32.690	19.6	14.1	15.66	15.69	83	59.4	-4.1	40	77664	8	53	652	12	36	76927	-203
79	9.0	32.895	18.3	13.3	15.69	15.72	83	59.5	-4.1	40	77172	7	62	640	12	37	76438	+286
77	9.7	32.661	19.5	14.0	15.72	15.74	83	59.5	-4.1	40	77734	7	60	652	12	37	76990	-266
																	<b>76724</b>	
<b>Juli 10.</b>																		
78	6 <sup>s</sup> 3	32 <sup>s</sup> 842	20.3	14.8	15.50	15.51	76	63.4	-3.7	46	77299	8	56	668	15	36	76546	+178
76	7.0	32.689	19.6	14.3	15.51	15.52	76	63.7	-3.7	46	77666	8	52	657	15	36	76928	-204
79	7.7	32.896	18.3	12.5	15.52	15.58	76	64.0	-3.7	47	77170	6	61	645	15	37	76436	+288
77	8.4	32.662	19.4	13.9	15.58	15.62	77	64.1	-3.8	46	77731	7	59	657	15	37	76986	-262
																	<b>76724</b>	
78	10.2	32.846	20.5	14.3	15.70	15.71	78	63.9	-3.9	45	77290	8	57	667	15	36	76537	+192
76	10.9	32.684	19.8	14.6	15.71	15.72	78	63.9	-3.9	45	77678	8	53	656	15	36	76940	-211
79	11.6	32.889	18.0	12.6	15.72	15.74	78	63.7	-3.9	45	77186	6	62	644	15	37	76452	+277
77	12 <sup>p</sup> 3	32.662	19.5	13.8	15.74	15.76	78	63.6	-3.9	45	77731	8	60	656	15	37	76985	-256
																	<b>76729</b>	

Pendel-Nr.	Genäuhertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzen-intervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeith	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekationen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Urgang			Mit-schwingen
Juli 11.																		
78	8.23	32 <sup>8</sup> 843	20.0	14.1	15.58	15.60	78	61.8	-3.8	43	77297	8	57	666	13	36	76543	+186
76	9.0	32.686	19.8	13.8	15.60	15.66	78	61.9	-3.8	43	77674	8	53	655	13	36	76935	-206
79	9.7	32.889	18.0	12.6	15.66	15.68	78	61.8	-3.9	43	77186	6	62	642	13	37	76452	+277
77	10.4	32.662	19.8	13.3	15.68	15.70	78	61.6	-3.9	43	77731	7	59	655	13	37	76986	-257
												<b>76729</b>						
78	11.1	32.842	20.3	15.0	15.70	15.74	78	61.4	-3.9	42	77299	8	57	665	13	36	76546	+181
76	11.8	32.689	19.8	13.9	15.74	15.76	78	61.1	-3.9	42	77666	8	53	654	13	36	76928	-201
79	12.5	32.891	17.8	12.3	15.76	15.80	78	61.0	-3.9	42	77182	6	62	642	13	37	76448	+279
77	1.4	32.663	19.8	12.9	15.80	15.82	78	60.7	-3.9	41	77729	7	60	653	13	37	76985	-258
												<b>76727</b>						
1. Rybno. 1911. Juli 26 und 27.																		
78	11.7	33 <sup>8</sup> 119	15.6	11.1	21.35	21.31	60	50.1	-4.2	10	76642	5	77	643	515	41	76391	+184
76	12.4	32.960	16.5	12.1	21.11	20.99	60	50.2	-4.2	11	77018	5	71	632	515	41	76784	-209
79	1.1	33.163	16.8	12.0	20.99	20.87	60	50.3	-4.2	12	76537	6	82	621	515	46	76297	+278
77	1.8	32.934	19.6	13.3	20.87	20.71	60	50.5	-4.2	12	77079	7	79	633	515	46	76829	-254
												<b>76575</b>						
78	9.3	33.119	16.4	11.1	19.99	20.65	48	51.6	-3.2	16	76642	5	74	647	515	41	76390	+182
76	10.0	32.958	16.0	11.8	20.65	21.21	45	51.6	-3.1	15	77023	5	71	635	515	41	76786	-214
79	10.7	33.166	14.6	11.4	21.21	21.91	44	51.4	-3.1	14	76532	5	85	622	515	46	76289	+283
77	11.4	32.936	16.8	12.5	21.91	22.66	42	51.2	-3.0	10	77075	6	84	632	515	46	76822	-250
												<b>76572</b>						
1911. Juli 27 und 28.																		
78	10.4	33 <sup>8</sup> 113	16.8	12.0	23.71	23.39	48	51.2	-3.9	05	76657	6	86	639	512	41	76397	+179
76	11.1	32.957	15.5	11.6	23.39	23.07	48	51.3	-3.8	06	77025	5	78	629	512	41	76784	-208
79	11.8	33.161	16.4	12.0	23.07	22.85	48	51.3	-3.7	07	76544	5	90	618	512	46	76297	+279
77	12.5	32.933	16.3	12.0	22.85	22.63	48	51.5	-3.7	08	77082	5	86	630	512	46	76827	-251
												<b>76576</b>						
78	8.5	33.108	16.3	11.9	21.31	21.71	58	52.0	-4.1	12	76669	5	78	644	512	41	76413	+167
76	9.2	32.957	16.3	12.1	21.71	22.17	57	52.0	-4.2	11	77025	5	74	632	512	41	76785	-205
79	9.9	33.162	16.5	12.0	22.17	22.73	56	51.9	-4.2	09	76541	5	88	619	512	46	76295	+285
77	10.6	32.933	16.0	11.9	22.73	23.23	55	51.9	-4.3	07	77082	5	87	630	512	46	76826	-246
												<b>76580</b>						
2. Heeselicht. 1911. Juli 30 und 31.																		
78	11.0	33 <sup>8</sup> 715	17.0	12.5	21.45	21.35	61	51.5	-4.3	11	75267	6	78	643	1898	46	76392	+180
76	11.7	33.554	21.8	15.5	21.35	21.31	61	51.5	-4.3	12	75634	9	72	633	1898	46	76772	-200
79	12.4	33.755	22.0	15.3	21.31	21.31	62	51.5	-4.4	12	75176	9	84	621	1898	62	76298	+274
77	1.1	33.519	23.0	16.4	21.31	21.31	63	51.3	-4.4	11	75714	10	81	632	1898	62	76827	-255
												<b>76572</b>						
78	8.2	33.719	18.5	10.1	20.91	20.86	65	51.0	-4.5	12	75258	5	76	644	1898	46	76385	+186
76	8.9	33.553	21.4	15.5	20.86	20.87	65	51.1	-4.5	12	75636	9	70	633	1898	46	76776	-205
79	9.6	33.757	22.0	15.6	20.87	20.91	65	50.9	-4.5	12	75172	10	82	621	1898	62	76295	+276
77	10.3	33.519	22.8	16.4	20.91	21.01	65	50.6	-4.5	12	75714	10	79	633	1898	62	76828	-257
												<b>76571</b>						

Pendel-Nr.	Genahortes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koin- ziden- zen- inter- vall	Ausschlag in Bogen- minuten am		Pendel- temperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luft- druck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkejt	Relative Luftdichte	Schwingungs- zeit in Uhrzeit- sekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeit- sekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			An- fang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Tempe- ratur	Luft- dichte	Uhrgang	Mit- schwingen			
78	11.7	33 <sup>s</sup> .727	18.5	13.0	20.95	21.01	65	50.3	-4.5	11	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76367	+197
76	1.1	33.553	21.8	15.9	21.03	21.07	65	50.0	-4.5	11	75240	6	76	643	1898	46	76367	-211	
79	1.8	33.759	21.5	15.1	21.07	21.11	65	49.9	-4.5	10	75636	10	71	632	1898	46	76367	+273	
77	2.5	33.521	22.8	16.8	21.11	21.15	65	49.9	-4.5	10	75167	9	83	620	1898	62	76291	-259	
												11	80	632	1898	62	76823		
																	<b>76564</b>		

**3. Rosenau bei Allenstein. 1911. August 3 und 4.**

78	10.4	33 <sup>s</sup> .380	18.3	12.5	18.61	18.61	86	50.5	-5.1	18	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76230	+172
76	11.1	33.223	20.0	14.5	18.61	18.61	87	50.5	-5.1	18	76034	6	68	648	956	38	76230	-207	
79	11.8	33.432	17.5	12.5	18.61	18.61	87	50.3	-5.1	18	76399	8	63	637	956	38	76609	+280	
77	12.5	33.201	18.6	13.0	18.61	18.61	87	50.1	-5.1	18	75914	6	73	625	956	44	76122	-246	
																	<b>76402</b>		
78	8.3	33.379	18.5	12.5	16.87	16.99	90	49.2	-4.8	22	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76234	+180
76	9.0	33.217	19.3	14.0	16.99	17.11	90	49.1	-4.9	22	76036	7	62	651	956	38	76234	-214	
79	9.7	33.429	17.5	12.5	17.11	17.27	90	49.0	-4.9	21	76415	8	57	640	956	38	76628	+282	
77	10.4	33.196	18.5	13.6	17.27	17.50	90	48.9	-5.0	20	75921	6	68	627	956	44	76132	-248	
																	<b>76414</b>		
78	1.6	33.380	18.3	12.5	17.68	17.82	93	48.2	-5.3	18	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76234	+179
76	2.4	33.217	19.3	13.3	17.82	17.97	93	48.0	-5.3	17	76034	6	64	648	956	38	76234	-217	
79	3.4	33.430	17.5	10.3	18.00	18.12	92	47.9	-5.3	16	76415	7	60	636	956	38	76630	+282	
77	4.5	33.199	16.8	12.8	18.32	18.28	90	47.8	-5.3	15	75919	5	71	624	956	44	76131	-244	
																	<b>76413</b>		

August 4 und 5.

78	11.0	33 <sup>s</sup> .372	16.6	11.9	17.58	17.58	90	48.2	-5.0	19	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76251	+180
76	11.8	33.210	19.6	13.1	17.58	17.58	90	48.4	-5.0	19	76052	6	64	649	956	38	76251	-212	
79	12.5	33.421	17.5	12.5	17.58	17.58	90	48.2	-5.0	19	76429	7	59	638	956	38	76643	+280	
77	1.2	33.189	18.4	12.6	17.58	17.60	90	48.1	-5.0	19	75940	6	69	626	956	44	76151	-248	
																	<b>76431</b>		
78	7.0	33.367	17.5	11.3	17.18	17.20	88	48.4	-4.9	20	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76265	+171
76	8.0	33.211	19.3	13.9	17.10	17.38	90	48.5	-4.9	20	76066	6	63	650	956	38	76265	-205	
79	8.7	33.418	17.5	12.5	17.38	17.54	90	48.5	-5.0	19	76427	7	58	639	956	38	76641	+278	
77	9.4	33.188	18.4	13.0	17.54	17.70	90	48.5	-5.0	19	75947	6	69	626	956	44	76158	-245	
																	<b>76436</b>		
78	1.2	33.368	16.8	12.1	17.93	17.94	90	48.1	-5.1	17	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76262	+174
76	2.0	33.210	16.9	12.5	17.94	17.94	90	48.0	-5.1	17	76062	6	65	647	956	38	76262	-209	
79	2.7	33.421	17.5	12.5	17.94	17.94	90	48.0	-5.1	17	76429	6	60	636	956	38	76645	+286	
77	3.6	33.186	20.5	11.8	17.94	17.94	90	48.3	-5.1	17	75940	6	71	625	956	44	76150	-250	
																	<b>76436</b>		

August 6.

78	4.0	33 <sup>s</sup> .359	16.5	11.9	17.30	17.32	90	48.9	-5.0	20	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	76282	+177
76	4.7	33.200	17.0	12.5	17.32	17.34	90	48.8	-5.0	20	76082	5	63	650	956	38	76282	-209	
79	5.4	33.410	16.9	12.1	17.34	17.38	90	48.8	-5.0	20	76453	6	58	639	956	38	76668	+283	
77	6.1	33.177	17.5	12.5	17.38	17.40	90	48.9	-5.0	20	75965	6	68	627	956	44	76176	-249	
																	<b>76459</b>		





Pendel-Nr.	Genähertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeits	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Stempzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Ubergang	Mit-schwingen		
					+	+			mm	0.9	0.50	—	—	—	+	—	0.50	
78	8.2	32.998	18.5	13.3	20.26	20.34	70	56.6	-4.6	20	76928	7	74	650	35	53	76179	+171
76	8.9	32.846	18.0	13.0	20.34	20.44	70	56.3	-4.7	20	77290	7	69	639	35	53	76557	-207
79	9.6	33.049	18.3	13.3	20.44	20.76	70	55.9	-4.7	19	76807	7	81	626	35	64	76064	+286
77	10.3	32.819	20.0	14.4	20.76	21.00	70	55.5	-4.8	18	77353	8	79	637	35	64	76600	-250
<b>76350</b>																		

**6. Frauendorf. 1911. August 18.**

					+	+			mm	0.9	0.50	—	—	—	+	—	0.50	
78	4.0	33.033	16.5	12.0	12.50	12.14	84	43.4	-3.3	32	76845	5	45	658	63	33	76167	+190
76	4.7	32.872	19.0	14.0	12.14	11.90	84	43.5	-3.3	33	77227	7	40	648	63	33	76562	-205
79	5.4	33.076	18.3	13.2	11.90	11.70	84	43.5	-3.2	34	76744	7	46	636	63	37	76081	+276
77	6.1	32.845	18.8	13.8	11.70	11.52	84	43.5	-3.2	34	77292	7	44	648	63	37	76619	-262
<b>76357</b>																		
78	12.8	33.032	18.3	13.3	13.79	13.95	74	41.7	-3.3	25	76847	7	50	653	63	33	76167	+191
76	1.6	32.868	19.3	14.0	13.95	14.05	76	41.6	-3.4	24	77237	8	47	641	63	33	76571	-213
79	2.2	33.077	18.0	13.0	14.05	14.23	78	41.3	-3.5	23	76741	6	56	629	63	37	76076	+282
77	2.8	32.846	18.0	13.1	14.23	14.43	79	40.9	-3.6	22	77290	6	54	640	63	37	76616	-258
<b>76558</b>																		

1911. August 18 und 19.

					+	+			mm	0.9	0.50	—	—	—	+	—	0.50	
78	9.9	33.025	18.6	13.5	13.45	13.25	85	42.6	-3.6	27	76864	7	49	654	56	33	76177	+189
76	10.6	32.861	19.5	13.3	13.25	13.11	85	42.5	-3.6	27	77254	8	44	643	56	33	76582	-216
79	11.3	33.072	17.8	12.8	13.11	13.05	85	42.5	-3.6	28	76753	6	52	632	56	37	76082	+284
77	11.9	32.841	17.8	12.8	13.05	12.99	85	42.5	-3.6	28	77302	6	49	644	56	37	76622	-256
<b>76366</b>																		
78	11.3	33.028	19.2	13.6	12.15	12.48	84	43.5	-3.4	32	76857	7	45	658	56	33	76170	+192
76	9.3	32.865	18.5	14.8	11.30	11.50	88	43.7	-3.3	35	77244	8	38	649	56	33	76572	-210
79	10.0	33.070	18.3	12.8	11.50	11.75	86	43.4	-3.3	34	76758	7	46	636	56	37	76088	+274
77	10.6	32.842	18.5	13.5	11.75	12.15	85	43.5	-3.3	33	77299	7	45	648	56	37	76618	-256
<b>76362</b>																		
78	3.4	33.028	19.2	13.0	14.11	14.41	62	43.8	-2.8	26	76857	7	52	654	56	33	76167	+191
76	1.2	32.865	18.5	13.8	12.95	13.35	65	43.7	-2.7	30	77244	7	44	645	56	33	76571	-213
79	2.0	33.072	17.8	12.5	13.35	13.77	63	43.8	-2.7	29	76753	6	53	633	56	37	76080	+278
77	2.7	32.843	18.8	13.9	13.77	14.11	62	43.8	-2.7	28	77297	7	53	643	56	37	76613	-255
<b>76358</b>																		

**Potsdam, Mittelkeller. 1911. September 4.**

					+	+			mm	0.9	0.50	—	—	—	+	—	0.50	
78	8.6	32.834	21.0	15.0	16.88	16.92	72	60.9	-3.9	38	77318	9	62	662	19	41	76563	+174
76	9.3	32.686	20.8	15.0	16.92	16.96	72	60.9	-3.9	38	77674	9	57	651	19	41	76935	-198
79	10.0	32.889	18.2	13.0	16.96	17.00	72	60.9	-3.9	38	77186	7	67	639	19	42	76450	+287
77	10.7	32.656	28.4	20.5	17.00	17.06	72	60.9	-3.9	38	77746	10	64	651	19	42	76998	-261
<b>76737</b>																		

Pendel-Nr.	Genährtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzen-intervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang			Mit-schwingen	
September 5.																			
78	7.9	32.837	21.4	15.5	16.84	16.84	72	58.1	-3.8	35	77311	9	61	660	18	41	76558	+176	
76	8.6	32.687	20.0	15.0	16.84	16.90	72	58.1	-3.8	35	77671	8	57	649	18	41	76934	-200	
79	9.3	32.889	17.5	12.5	16.90	16.94	72	58.1	-3.9	35	77186	6	67	637	18	42	76452	+282	
77	10.0	32.661	18.3	13.4	16.94	16.98	72	58.1	-3.9	35	77734	7	64	649	18	42	76990	-256	
<b>76734</b>																			
78	10.9	32.838	20.4	14.9	17.08	17.12	72	58.0	-3.9	34	77309	8	62	659	18	41	76557	+175	
76	11.7	32.686	20.0	15.0	17.12	17.16	72	57.8	-3.9	33	77674	8	58	648	18	41	76937	-205	
79	12.4	32.893	17.3	12.5	17.16	17.20	72	57.5	-3.9	33	77177	6	68	635	18	42	76444	+288	
77	1.2	32.662	18.0	12.9	17.20	17.26	72	57.3	-3.9	32	77731	6	65	647	18	42	76989	-257	
<b>76732</b>																			
September 6.																			
78	7.8	32.837	21.0	15.3	16.93	16.96	72	56.5	-3.9	32	77312	9	62	658	16	41	76558	+176	
76	8.4	32.690	20.3	14.6	16.96	17.00	72	56.4	-3.9	32	77664	8	57	647	16	41	76927	-193	
79	9.1	32.890	17.5	12.5	17.00	17.04	72	56.4	-3.9	32	77184	6	67	635	16	42	76450	+284	
77	9.8	32.656	17.5	12.8	17.04	17.08	72	56.4	-3.9	32	77746	6	65	647	16	42	77002	-268	
<b>76734</b>																			
78	10.9	32.838	20.8	14.6	17.18	17.24	72	56.6	-3.9	32	77309	8	63	658	16	41	76555	+180	
76	11.6	32.687	20.0	13.0	17.24	17.26	72	56.7	-3.9	32	77671	7	58	647	16	41	76934	-199	
79	12.5	32.888	17.5	12.5	17.26	17.28	72	56.7	-3.9	32	77189	6	68	635	16	42	76454	+281	
77	1.3	32.657	18.5	13.3	17.28	17.28	72	56.7	-3.9	32	77743	7	66	647	16	42	76997	-262	
<b>76735</b>																			
September 7.																			
78	7.8	32.835	20.5	15.1	17.00	17.02	74	58.4	-4.0	34	77316	9	62	659	16	41	76561	+171	
76	8.6	32.686	20.0	15.0	17.02	17.06	74	58.4	-4.0	34	77674	8	57	648	16	41	76936	-204	
79	9.3	32.892	17.5	12.5	17.06	17.12	74	58.3	-4.0	34	77179	6	67	636	16	42	76444	+288	
77	10.0	32.661	18.3	13.5	17.12	17.16	74	58.1	-4.0	34	77734	7	65	648	16	42	76988	-256	
<b>76732</b>																			
78	10.7	32.840	21.4	15.3	17.16	17.24	74	58.1	-4.0	33	77304	9	63	659	16	41	76548	+183	
76	11.4	32.685	20.0	13.3	17.24	17.28	74	58.0	-4.0	33	77676	8	58	648	16	41	76937	-206	
79	12.2	32.890	17.5	12.5	17.28	17.30	74	57.9	-4.0	33	77184	6	68	635	16	42	76449	+282	
77	12.9	32.661	18.3	12.8	17.30	17.32	74	57.7	-4.0	32	77734	7	66	647	16	42	76988	-257	
<b>76731</b>																			
September 8.																			
78	7.8	32.835	21.0	15.0	17.00	17.01	74	56.4	-4.0	32	77316	9	62	658	12	41	76558	+176	
76	8.5	32.685	20.3	15.0	17.01	17.03	74	56.4	-4.0	32	77676	8	57	647	12	41	76935	-201	
79	9.2	32.888	17.5	12.5	17.03	17.12	74	56.4	-4.0	32	77189	6	67	635	12	42	76451	+283	
77	9.9	32.658	18.0	13.3	17.12	17.14	74	56.4	-4.0	32	77741	7	65	647	12	42	76992	-258	
<b>76734</b>																			
78	11.2	32.835	21.0	15.0	17.22	17.26	74	56.4	-4.0	31	77316	9	63	657	12	41	76558	+173	
76	11.9	32.685	19.4	14.1	17.26	17.30	74	56.1	-4.0	31	77676	8	58	646	12	41	76935	-204	
79	12.6	32.891	17.5	12.5	17.30	17.32	74	55.8	-4.0	30	77182	6	68	633	12	42	76445	+286	
77	1.3	32.662	17.8	13.0	17.32	17.36	74	55.6	-4.0	30	77731	6	66	645	12	42	76984	-253	
<b>76731</b>																			

## § 6. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler.

*Zusammenstellung der einzelnen Schwingungszeiten.*

An die Schwingungszeiten in Potsdam ist die Reduktion auf Pfeiler 31 des Pendelsaales mit  $+ 3^s \times 10^{-7}$  angebracht.

Tabelle I.

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		MP	
			Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v
	Potsdam	1	0. <sup>s</sup> 5076549 — 2		0. <sup>s</sup> 5076933 + 1		0. <sup>s</sup> 5076447		0. <sup>s</sup> 5076993 — 3		0. <sup>s</sup> 5076731 — 1	
		2	6552 — 5		6932 + 2		6445 + 2		6987 + 3		6729 + 1	
		3	6541 + 6		6933 + 1		6443 + 4		6990 — 0		6727 + 3	
		4	6545 + 2		6938 — 4		6449 — 2		6993 — 3		6731 — 1	
		5	6552 — 5		6935 — 1		6443 + 4		6993 — 3		6731 — 1	
		6	6544 + 3		6930 + 4		6441 + 6		6993 — 3		6727 + 3	
		7	6549 — 2		6931 + 3		6439 + 8		6989 + 1		6727 + 3	
		8	6540 + 7		6943 — 9		6455 — 8		6988 + 2		6732 — 2	
		9	6546 + 1		6938 — 4		6455 — 8		6989 + 1		6732 — 2	
		10	6549 — 2		6931 + 3		6451 — 4		6988 + 2		6730	
	Mittelwerte und [v]	0.5076547	161	0.5076934	154	0.5076447	284	0.5076990	55	0.5076730	39	
1	Rybno	1	0.5076391 + 7		0.5076784 + 1		0.5076297 — 2		0.5076829 — 3		0.5076575 + 1	
		2	6390 + 8		6786 — 1		6289 + 6		6822 + 4		6572 + 4	
		3	6397 + 1		6784 + 1		6297 — 2		6827 — 1		6576	
		4	6413 — 15		6785		6295		6826		6580	
	Mittelwerte und [v]	0.5076398	339	0.5076785	3	0.5076295	44	0.5076826	26	0.5076576	33	
2	Heeselicht	1	0.5076392 — 11		0.5076772 + 2		0.5076298 — 3		0.5076827 — 1		0.5076572 — 3	
		2	6385 — 4		6776 — 2		6295		6828 — 2		6571 — 2	
		3	6367 + 14		6775 — 1		6291 + 4		6823 + 3		6564 + 5	
	Mittelwerte und [v]	0.5076381	333	0.5076774	9	0.5076295	25	0.5076826	14	0.5076569	38	
3	Rosenau	1	0.5076230 + 24		0.5076609 + 33		0.5076122 + 27		0.5076648 + 30		0.5076402 + 29	
		2	6234 + 20		6628 + 14		6132 + 17		6662 + 16		6414 + 17	
		3	6234 + 20		6630 + 12		6131 + 18		6657 + 21		6413 + 18	
		4	6251 + 3		6643 — 1		6151 — 2		6679 — 1		6431	
		5	6265 — 11		6641 + 1		6158 — 9		6681 — 3		6436 — 5	
		6	6262 — 8		6645 — 3		6150 — 1		6686 — 8		6436 — 5	
		7	6282 — 28		6668 — 26		6176 — 27		6708 — 30		6459 — 28	
		8	6276 — 22		6673 — 31		6174 — 25		6703 — 25		6457 — 26	
	Mittelwerte und [v]	0.5076254	2838	0.5076642	3077	0.5076149	2782	0.5076678	3196	0.5076431	2964	
4	Kalkstein	1	0.5076197 + 8		0.5076576 + 8		0.5076099 + 3		0.5076628 + 3		0.5076375 + 5	
		2	6203 + 2		6586 — 2		6106 — 4		6625 + 6		6380	
		3	6205		6585 — 1		6103 — 1		6632 — 1		6381 — 1	
		4	6213 — 8		6587 — 3		6101 + 1		6638 — 7		6385 — 5	
	Mittelwerte und [v]	0.5076205	132	0.5076584	78	0.5076102	27	0.5076631	95	0.5076380	51	
5	Migehnen	1	0.5076154 + 11		0.5076539 + 9		0.5076041 + 12		0.5076585 + 7		0.5076330 + 10	
		2	6161 + 4		6547 + 1		6049 + 4		6587 + 5		6336 + 4	
		3	6165		6548		6059 — 6		6595 — 3		6342 — 2	
		4	6179 — 14		6557 — 9		6064 — 11		6600 — 8		6350 — 10	
	Mittelwerte und [v]	0.5076165	333	0.5076548	163	0.5076053	317	0.5076592	147	0.5076340	220	

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		MP	
			Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v
6	Frauendorf	1	0 <sup>s</sup> .5076167	+ 3	0 <sup>s</sup> .5076562	+ 10	0 <sup>s</sup> .5076081	0	0 <sup>s</sup> .5076619	- 1	0 <sup>s</sup> .5076357	+ 3
		2	6167	+ 3	6571	+ 1	6076	+ 5	6616	+ 2	6358	+ 2
		3	6177	- 7	6582	- 10	6082	- 1	6622	- 4	6366	- 6
		4	6170	0	6572	0	6088	- 7	6618	0	6362	- 2
		5	6167	+ 3	6571	+ 1	6080	+ 1	6613	+ 5	6358	+ 2
Mittelwerte und [vv]		0.5076170	76	0.5076572	202	0.5076081	76	0.5076618	46	0.5076360	57	
Potsdam		1	0.5076566	- 6	0.5076938	- 1	0.5076453	- 1	0.5077001	- 6	0.5076740	- 4
		2	6561	- 1	6937	0	6455	- 3	6993	+ 2	6737	- 1
		3	6560	0	6940	- 3	6447	+ 5	6992	+ 3	6735	+ 1
		4	6561	- 1	6930	+ 7	6453	- 1	7005	- 10	6737	- 1
		5	6558	+ 2	6937	0	6457	- 5	7000	- 5	6738	- 2
		6	6564	- 4	6939	- 2	6447	+ 5	6991	+ 4	6735	+ 1
		7	6551	+ 9	6940	- 3	6452	0	6991	+ 4	6734	+ 2
		8	6561	- 1	6938	- 1	6454	- 2	6995	0	6737	- 1
		9	6561	- 1	6938	- 1	6448	+ 4	6987	+ 8	6734	+ 2
Mittelwerte und [vv]		0.5076560	141	0.5076937	74	0.5076452	106	0.5076995	270	0.5076736	33	

Die vorstehende Tabelle, die die Einzelwerte der Schwingungszeiten der Pendel mit ihren Abweichungen vom Stationsmittel und die Summen ihrer Quadrate wiedergibt, zeigt bei der Station *Rosenau* ausnahmsweise sehr große Abweichungen der Einzelwerte von ihrem Mittel. Auf dieser Station erhielt ich bei dreitägiger Beobachtungszeit nur zwei Zeitbestimmungen, der Uhgang hat sich während dieser Zeit sehr stark geändert. Die Ursache der Änderung kann nicht im Barometerstand liegen, der sich hinreichend konstant erhalten hat, sondern muß allein einer Verschiebung des Stativs zugemessen werden. Der Fußboden des Beobachtungsraumes, eines im Freien liegenden Kartoffelkellers, bestand aus Findlingspflaster, sodaß ich bei der Aufstellung Schwierigkeiten fand in der sicheren Lagerung der Unterlagsplatten des Stativs. Trotz aller aufgewandten Sorgfalt muß doch eine Platte nicht ganz fest gelegen haben. Die allmähliche Änderung der Lagerung der Platte hat dann eine Verschiebung in der Aufstellung des Stativs und damit eine Änderung des Uhganges hervorgerufen. Die gleichmäßige Verteilung der Pendelbeobachtungen an den drei Beobachtungstagen hat aber eine ungünstige systematische Fälschung der Beobachtungen verhindert, wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht, in der die Schwingungszeiten auf die Mitte der Beobachtungszeit reduziert sind. Für jedes einzelne Pendel und für das mittlere Pendel sind Mittel gebildet aus den Beobachtungen 1 und 8, 2 und 7, 3 und 6, 4 und 5.

	1 u. 8	2 u. 7	3 u. 6	4 u. 5	Mittel	[vv]	(m'')	(m)	(m')
Nr. 78	0 <sup>s</sup> .5076253	6258	6248	6258	0 <sup>s</sup> .5076254	69	± 4.8	± 2.4	± 6.7
Nr. 76	0.5076641	6648	6638	6642	0.5076642	53	± 4.2	± 2.1	± 5.9
Nr. 79	0.5076148	6154	6141	6155	0.5076150	126	± 6.5	± 3.3	± 9.1
Nr. 77	0.5076676	6665	6672	6680	0.5076678	93	± 5.6	± 2.8	± 7.8
MP	0.5076430	6437	6425	6434	0.5076432	82	± 5.2	± 2.6	± 7.3

(m'') bezeichnet den mittleren zufälligen Fehler einer Doppelbeobachtung,  
(m) " " " " " des Mittels aus vier Doppelbeobachtungen  
(m') " " " " " einer Beobachtung.

Die Größe der mittleren Fehler zeigt, daß die systematisch wirkenden Veränderungen des Uhranges während der Dauer der Beobachtungen genügend eliminiert sind. Die Station verdient die gleiche Vertrauenswürdigkeit wie alle anderen.

Aus den Stationen ohne *Rosenau* berechnen wir die durchschnittlichen mittleren Fehler für die Schwingungszeiten der einzelnen Pendel und des mittleren Pendels aus 39 Einzelwerten in 7 Gruppenmitteln, wie folgt:

$$m'_{78} = \pm 6.8 \times 10^{-7} \quad m'_{76} = \pm 4.6 \times 10^{-7}$$

$$m'_{79} = \pm 5.2 \times 10^{-7} \quad m'_{77} = \pm 4.5 \times 10^{-7}$$

und als mittleren Fehler der Schwingungszeit eines mittleren Pendels

$$m'_I = \pm 3.8 \times 10^{-7}.$$

Die mittleren Fehler des Mittels aus zwei an einem Tage beobachteten einzelnen und mittleren Pendeln sind dann:

$$m_{78} = \pm 4.9 \times 10^{-7} \quad m_{76} = \pm 3.3 \times 10^{-7}$$

$$m_{79} = \pm 3.0 \times 10^{-7} \quad m_{77} = \pm 3.2 \times 10^{-7}; \quad m_I = \pm 2.7 \times 10^{-7}.$$

*Zusammenstellung der Schwingungszeiten in Potsdam ist die Reduktion*  
Tabelle II.

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v]
	Potsdam .....	1	0.5076551	5	0.5076933	1
		2	6543	8	6936	13
		3	6548	32	6933	13
		4	6545	41	6937	72
		5	6548	5	6935	25
	Mittelwerte und [v v]		0.5076547	91	0.5076934	124
1	Rybno .....	1	0.5076391	1	0.5076785	2
		2	6405	128	6785	1
		Mittelwerte und [v v]	0.5076398	129	0.5076785	3
2	Heeslicht .....	1	0.5076380	313	0.5076774	5
		2*)	6385	.	6776	.
		Mittelwerte und [v v]	0.5076381	313	0.5076774	5
3	Rosenau .....	1	0.5076232	8	0.5076619	181
		2*)	6234	.	6630	.
		3	6258	98	6642	2
		4*)	6262	.	6645	.
		5	6279	18	6671	13
		Mittelwerte und [v v]	0.5076254	124	0.5076642	196
4	Kalkstein .....	1	0.5076200	18	0.5076581	50
		2	6209	32	6586	2
		Mittelwerte und [v v]	0.5076205	50	0.5076584	52

Bei der Trennung der Beobachtungsfehler eines Pendels in einen systematischen und einen zufälligen Teil schließen wir auch hier die stark systematisch gefälschte Station *Rosenau* aus. Wie auf Seite 43 bezeichnen wir wieder mit  $\mu$  den zufälligen und mit  $\kappa$  den systematischen Teil.  $\Sigma[vv]_i$  soll die Fehlerquadratsummen der einzelnen Pendel und  $\Sigma[vv]_p$  diejenigen der mittleren Pendel darstellen. Dann wird

$$\mu^2 + \kappa^2 = \frac{\Sigma[vv]_i}{4(n-r)} = \frac{3730}{4 \times 32}$$

$$\frac{\mu^2}{4} + \kappa^2 = \frac{\Sigma[vv]_p}{n-r} = \frac{471}{32}$$

$$n = 39 \quad r = 7$$

$$\mu = \pm 4.4 \times 10^{-7}; \quad \kappa = \pm 3.1 \times 10^{-7}.$$

Vergleicht man die beiden mittleren Fehler  $m'_I$  und  $\mu$ , so sieht man, daß die systematischen Einflüsse genügend eliminiert sind.

zeiten in Tagesmitteln.

auf Pfeiler 31 des Pendelsaales mit  $+3^8 \times 10^{-7}$  angebracht.

Tabelle II.

Nr. 79		Nr. 77		M <sub>P</sub>			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	[vv]	Schwingungszeit	[vv]	Schwingungszeit	[vv] II	[vv] III	
0. <sup>8</sup> 5076446	2	0. <sup>8</sup> 5076990	18	0. <sup>8</sup> 5076730	2	2	2
6446	18	6992	5	6729	8	0	2
6442	2	6993	0	6729	8	2	2
6447	128	6989	1	6730	13	5	2
6453	8	6989	1	6731	2	0	2
0.5076447	158	0.5076990	25	0.5076730	33	9	
0.5076293	32	0.5076826	25	0.5076574	5	8	2
6296	2	6826	1	6578	8	13	2
0.5076295	34	0.5076826	26	0.5076576	13	21	
0.5076295	25	0.5076825	8	0.5076568	32	5	2
6295	.	6828	.	6571	.	.	1
0.5076295	25	0.5076826	8	0.5076569	32	5	
0.5076127	50	0.5076655	98	0.5076408	72	0	2
6131	.	6657	.	6413	.	.	1
6155	25	6680	2	6434	13	1	2
6150	.	6686	.	6436	.	.	1
6175	2	6706	13	6458	2	1	2
0.5076149	77	0.5076678	113	0.5076431	87	2	
0.5076103	25	0.5076627	5	0.5076378	13	5	2
6102	2	6635	18	6383	8	2	2
0.5076102	27	0.5076631	23	0.5076380	21	7	

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v]
5	Migehnen .....	1	0 <sup>s</sup> .5076158	25	0 <sup>s</sup> .5076543	32
		2	6172	98	6553	41
		Mittelwerte und [v v]	0.5076165	123	0.5076548	73
6	Frauendorf .....	1	0.5076167	0	0.5076567	41
		2	6174	25	6577	50
		3*)	6167	.	6572	.
		Mittelwerte und [v v]	0.5076168	25	0.5076572	91
		Potsdam .....	1*)	0.5076566	.	0.5076938
	2	6561	1	6939	5	
	3	6560	5	6934	25	
	4	6558	85	6940	1	
	5	6561	0	6938	0	
	Mittelwerte und [v v]	0.5076560	91	0.5076937	31	
Gesamtsumme der [v v]				946		575

Die mit \*) bezeichneten Reihen sind isolierte Zusatzreihen.

Aus 42 Einzelwerten in 21 Gruppenmitteln erhält man

$$m'_{78} = \pm 6.7 \times 10^{-7}; \quad m'_{76} = \pm 5.2 \times 10^{-7}$$

$$m'_{79} = \pm 4.7 \times 10^{-7}; \quad m'_{77} = \pm 3.6 \times 10^{-7}$$

als mittlere durchschnittliche Fehler für die Beobachtung der Schwingungszeit eines Pendels. Als mittlerer Fehler einer Beobachtung eines mittleren Pendels folgt

$$m'_{II} = \pm 3.5 \times 10^{-7}$$

und als mittlerer Fehler eines Tagesmittels  $m_{II} = \pm 2.5 \times 10^{-7}$ .

Die unter [v v]<sub>III</sub> aufgeführten Werte rühren wieder von den Abweichungen vom Tagesmittel der auf die Mitte der Beobachtungszeiten zurückgeführten Schwingungszeiten der mittleren Pendel her. Diese sind also frei von den täglichen Schwankungen des Ganges der Beobachtungsuhr, die in [v v]<sub>II</sub> noch zum Spruch kommen. Wir erhalten

$$m'_{III} = \pm 2.2 \times 10^{-7}; \quad m_{III} = \pm 1.6 \times 10^{-7}$$

als mittlere Fehler einer bzw. des Mittels aus zwei Reihen von vier Pendeln. Eine Schätzung des Einflusses der Schwankungen des täglichen Uhranges gibt, wie auf Seite 46

$$m_{st} = \sqrt{m'^2_{II} - m'^2_{III}} = \pm 1.2 \times 10^{-7}.$$

Der Wert  $m_{III}$  wird unserer künftigen Fehlerberechnung zugrunde gelegt werden. Eine Trennung der systematischen von den zufälligen Fehlern führt zu den Werten

$$\mu = \pm 4.4 \times 10^{-7} \quad \text{und} \quad \alpha = \pm 2.7 \times 10^{-7}.$$



Nr. 79		Nr. 77		M <sub>P</sub>			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ] II	[ <i>vv</i> ] III	
0. <sup>s</sup> 5076045 6062	32 13	0. <sup>s</sup> 5076586 6598	2 13	0. <sup>s</sup> 5076333 6346	18 32	2 8	2 2
0.5076053	45	0.5076592	15	0.5076340	50	10	
0.5076079 6085 6080	13 18 .	0.5076618 6620 6613	5 8 .	0.5076358 6364 6358	1 8 .	13 8 .	2 2 1
0.5076081	31	0.5076618	13	0.5076360	9	21	
0.5076453 6451 6455 6450 6451	. 32 8 13 18	0.5077001 6993 7003 6991 6991	. 1 13 0 32	0.5076740 6736 6738 6735 6736	. 2 1 1 5	. 5 1 13 5	1 2 2 2 2
0.5076452	71	0.5076995	46	0.5076736	9	24	
	468		269		254	99	

Das sind die gleichen Größen, die wir schon aus der inneren Übereinstimmung der Schwingungszeiten auf den einzelnen Stationen Seite 69 unter Ausschluß von *Rosenau* abgeleitet hatten. Hier in den erneut abgeleiteten Werten ist auch *Rosenau* enthalten. Es zeigt sich auch hier wieder, daß die Schwankungen des täglichen Ganges der Uhr in *Rosenau* von Tag zu Tag gleichmäßig gewesen sind.

### § 7. Einfluß der Veränderlichkeit der Schwingungszeiten der Pendel auf die Unterschiede Potsdam weniger Außenstation.

Die Anschlußmessungen in *Potsdam* für Ausgang I und Anschluß II ergeben folgende Werte:

	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	M <sub>P</sub>
Potsdam I	0. <sup>s</sup> 5076547	0. <sup>s</sup> 5076934	0. <sup>s</sup> 5076447	0. <sup>s</sup> 5076990	0. <sup>s</sup> 5076730
„ II	0.5076560	0.5076937	0.5076452	0.5076995	0.5076736
„ II—I	+ 13	+ 3	+ 5	+ 5	+ 6

1. Den Einfluß dieser Änderung der Schwingungszeiten der Pendel während der Reise auf die Genauigkeit der Bestimmung des Unterschieds der Schwingungszeit des mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* berechnen wir zunächst wieder aus den Einzelunterschieden der Schwingungszeiten der Pendel gegen die des mittleren Pendels.

*Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel  
gegen das mittlere Pendel.*

Nummer der Station	Station	Nummer der Beobachtung	Unterschiede mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzel- unterschiede vom Gesamt- mittel aller Beobachtungen			
			Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
1	Potsdam .....	1	+ 182	- 202	+ 284	- 262	- 2	- 4	- 3	+ 7
		2	+ 177	- 203	+ 284	- 258	+ 3	- 3	- 3	+ 3
		3	+ 186	- 206	+ 284	- 263	- 6	0	- 3	+ 8
		4	+ 186	- 207	+ 282	- 262	- 6	+ 1	- 1	+ 7
		5	+ 179	- 204	+ 288	- 262	+ 1	- 2	- 7	+ 7
		6	+ 183	- 203	+ 286	- 266	- 3	- 3	- 5	+ 11
		7	+ 178	- 204	+ 288	- 262	+ 2	- 2	- 7	+ 7
		8	+ 192	- 211	+ 277	- 256	- 12	+ 5	+ 4	+ 1
		9	+ 186	- 206	+ 277	- 257	- 6	0	+ 4	+ 2
		10	+ 181	- 201	+ 279	- 258	- 1	- 5	+ 2	+ 3
		Mittelwerte und [v v]	+ 184	- 205	+ 283	- 261	280	93	187	404
1	Rybno .....	1	+ 184	- 209	+ 278	- 254	- 4	+ 3	+ 3	- 1
		2	+ 182	- 214	+ 283	- 250	- 2	+ 8	- 2	- 5
		3	+ 179	- 208	+ 279	- 251	+ 1	+ 2	+ 2	- 4
		4	+ 167	- 205	+ 285	- 246	+ 13	- 1	- 4	- 9
	Mittelwerte und [v v]	+ 178	- 209	+ 281	- 250	190	78	33	123	
2	Heeslicht.....	1	+ 180	- 200	+ 274	- 255	0	- 6	+ 7	0
		2	+ 186	- 205	+ 276	- 257	- 6	- 1	+ 5	+ 2
		3	+ 197	- 211	+ 273	- 259	- 17	+ 5	+ 8	+ 4
	Mittelwerte und [v v]	+ 188	- 205	+ 274	- 257	325	62	138	20	
3	Rosenau .....	1	+ 172	- 207	+ 280	- 246	+ 8	+ 1	+ 1	- 9
		2	+ 180	- 214	+ 282	- 248	0	+ 8	- 1	- 7
		3	+ 179	- 217	+ 282	- 244	+ 1	+ 11	- 1	- 11
		4	+ 180	- 212	+ 280	- 248	0	+ 6	+ 1	- 7
		5	+ 171	- 205	+ 278	- 245	+ 9	- 1	+ 3	- 10
		6	+ 174	- 209	+ 286	- 250	+ 6	+ 3	- 5	- 5
		7	+ 177	- 209	+ 283	- 249	+ 3	+ 3	- 2	- 6
		8	+ 181	- 216	+ 283	- 246	- 1	+ 10	- 2	- 9
	Mittelwerte und [v v]	+ 177	- 211	+ 282	- 247	192	341	46	542	
4	Kalkstein .....	1	+ 178	- 201	+ 276	- 253	+ 2	- 5	+ 5	- 2
		2	+ 177	- 206	+ 274	- 245	+ 3	0	+ 7	- 10
		3	+ 176	- 204	+ 278	- 251	+ 4	- 2	+ 3	- 4
		4	+ 172	- 202	+ 284	- 253	+ 8	- 4	- 3	- 2
	Mittelwerte und [v v]	+ 176	- 203	+ 278	- 251	93	45	92	124	
5	Migehnen .....	1	+ 176	- 209	+ 289	- 255	+ 4	+ 3	- 8	0
		2	+ 175	- 211	+ 287	- 251	+ 5	+ 5	- 6	- 4
		3	+ 177	- 206	+ 283	- 253	+ 3	0	- 2	- 2
		4	+ 171	- 207	+ 286	- 250	+ 9	+ 1	- 5	- 5
	Mittelwerte und [v v]	+ 175	- 208	+ 286	- 252	131	35	129	45	
6	Frauendorf.....	1	+ 190	- 205	+ 276	- 262	- 10	- 1	+ 5	+ 7
		2	+ 191	- 213	+ 282	- 258	- 11	+ 7	- 1	+ 3
		3	+ 189	- 216	+ 284	- 256	- 9	+ 10	- 3	+ 1
		4	+ 192	- 210	+ 274	- 256	- 12	+ 4	+ 7	+ 1
		5	+ 191	- 213	+ 278	- 255	- 11	+ 7	+ 3	0
	Mittelwerte und [v v]	+ 191	- 211	+ 279	- 257	567	215	93	60	

Nummer der Station	Station	Nummer der Beobachtung	Unterschiede mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzel- unterschiede vom Gesamt- mittel aller Beobachtungen			
			Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
Potsdam .....	1		+ 174	- 198	+ 287	- 261	+ 6	- 8	- 6	+ 6
	2		+ 176	- 200	+ 282	- 256	+ 4	- 6	- 1	+ 1
	3		+ 175	- 205	+ 288	- 257	+ 5	- 1	- 7	+ 2
	4		+ 176	- 193	+ 284	- 268	+ 4	- 13	- 3	+ 13
	5		+ 180	- 199	+ 281	- 262	0	- 7	0	+ 7
	6		+ 171	- 204	+ 288	- 256	+ 9	- 2	- 7	+ 1
	7		+ 183	- 206	+ 282	- 257	- 3	0	- 1	+ 2
	8		+ 176	- 201	+ 283	- 258	+ 4	- 5	- 2	+ 3
	9		+ 173	- 204	+ 286	- 253	+ 7	- 2	- 5	- 2
	Mittelwerte und $[vv]$		+ 176	- 201	+ 285	- 259	248	352	174	277
	Gesamtmittel und $\Sigma[vv]$		+ 180	- 206	+ 281	- 255	2026	1221	892	1595

Die vorstehende Tabelle gibt als Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelunterschiede von ihrem Reihenmittel

$$[vv]_{78} = 2026; \quad [vv]_{76} = 1221; \quad [vv]_{79} = 892; \quad [vv]_{77} = 1595.$$

Sieht man die einzelnen Abweichungen als zufällige Fehler an, so erhält man nach den Regeln der Methode der kleinsten Quadrate als mittleren durchschnittlichen Fehler einer Beobachtung einer Schwingungszeit:

$$m'_{IV}{}^2 = \frac{\Sigma[vv]_i}{4n - (n + 3)}$$

wo  $i = 78, 76, 79, 77$  und  $n =$  Anzahl der Beobachtungen ist. Mithin wird

$$m'_{IV}{}^2 = \frac{5734}{138} = 41.55; \quad m'_{IV} = \pm 6.4 \times 10^{-7}.$$

Vergleichen wir wieder diesen von der Änderung der Schwingungszeiten der Pendel von Station zu Station voll beeinflussten mittleren Fehler mit dem auf Seite 70 abgeleiteten  $m'_{III}$ , der frei von den eben erwähnten Änderungen ist, so erhalten wir durch die Gleichung

$$\lambda_m^2 = \left(\frac{6.4}{\sqrt{4}}\right)^2 - 2.2^2 = 5.40 \times 10^{-7}$$

den quadratischen Einfluß der Veränderung der Pendel auf das mittlere Fehlerquadrat der Schwingungszeiten der Pendel auf den Außenstationen.

Da in *Potsdam* doppelt beobachtete Werte vorliegen, so folgt für den Unterschied der Schwingungszeiten einer Außenstation gegen *Potsdam*

$$\frac{1}{3} \lambda_m^2 + \lambda_m^2 = \frac{3}{2} \lambda_m^2 = 8.10 \times 10^{-14}$$

als quadratischer Einfluß der Veränderung der Pendel auf das mittlere Fehlerquadrat des Unterschiedes der Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam*.

2. Einer anderen Berechnung des genannten Einflusses der Veränderung der Pendel legen wir nach dem Vorgange von Herrn Geheimrat BORRASS (vergl. Seite 50) die Stationsmittel der Unterschiede der Schwingungszeiten der Einzelpendel gegen die des mittleren Pendels zugrunde.

Nummer der Station	Station	Die Stationsmittelwerte der Unterschiede				An- zahl der Beob- ach- tun- gen n	Abweichungen der Einzelwerte vom Gesamtmittel				[vv]	$\frac{1}{n}$
		$M_P-78$	$M_P-76$	$M_P-79$	$M_P-77$		$v_{78}$	$v_{76}$	$v_{79}$	$v_{77}$		
1	Potsdam	+ 184	- 205	+ 283	- 261	10	- 3	- 2	- 2	+ 7	66	0.100
2	Rybno	+ 178	- 209	+ 281	- 250	4	+ 3	+ 2	0	- 4	29	0.250
3	Heeselicht	+ 188	- 205	+ 274	- 257	3	- 7	- 2	+ 7	+ 3	111	0.333
4	Rosenau	+ 177	- 211	+ 282	- 247	8	+ 4	+ 4	- 1	- 7	82	0.125
5	Kalkstein	+ 176	- 203	+ 278	- 251	4	+ 5	- 4	+ 3	- 3	59	0.250
6	Migehnen	+ 175	- 208	+ 286	- 252	4	+ 6	+ 1	- 5	- 2	66	0.250
7	Frauentorf	+ 191	- 211	+ 279	- 257	5	- 10	+ 5	+ 1	+ 3	135	0.200
8	Potsdam	+ 176	- 201	+ 285	- 259	9	+ 5	- 6	- 4	+ 5	102	0.111
Mittelwert		+ 181	- 207	+ 281	- 254		Σ				650	1.619

Bezeichnet man die Anzahl der Stationen mit  $r$ , den Einfluß der Veränderung des einzelnen Pendels mit  $\lambda$ , die Anzahl der Beobachtungen mit  $n$ , so ist, wenn wir unter  $\mu$  den mittleren Fehler frei von dem Einfluß der Veränderung des Pendels und frei von systematischen Fehlern verstehen,

$$\Sigma[vv] = 3 \frac{r-1}{r} \mu^2 \Sigma \frac{1}{n} + 3(r-1)\lambda^2;$$

$\mu$  von Seite 69 genommen,

$$650 = \frac{21}{8} \times 4.4^2 \times 1.619 + 21 \lambda^2$$

$$568 = 21 \lambda^2, \quad \lambda^2 = 27.1$$

$$\frac{\lambda^2}{4} = \lambda_m^2 = 6.78 \times 10^{-7}$$

der quadratische Anteil der Veränderung der Pendel an dem mittleren Fehlerquadrat der Schwingungszeiten der mittleren Pendel auf den Außenstationen.

Für den Unterschied der Schwingungszeiten der mittleren Pendel der Außenstationen gegen die gleichen Werte in *Potsdam* ist daher der Anteil der Veränderung der Pendel an dem Fehlerquadrat:

$$3/2 \lambda_m^2 = 10.17 \times 10^{-14} \text{ sec.}$$

Nach der ersten Methode der Ableitung hatten wir für den gleichen Wert 8.10 erhalten; der Unterschied ist nicht sehr erheblich. Für unsere Fehlerberechnung werden wir den Mittelwert beider einführen

$$m_p = 9.14 \times 10^{-14} \text{ sec.}$$

Das **ABBE-HELMERTS**che Kriterium, auf die Fehlerreihen der vorstehenden Tabelle angewandt, führt zu folgenden Werten (vergl. Seite 12):

$$\begin{array}{ll} \text{für Nr. 78: } 0.68 \pm 0.38; & \text{für Nr. 76: } 0.51 \pm 0.38; \\ \text{„ „ 79: } 0.74 \pm 0.38; & \text{„ „ 77: } 0.65 \pm 0.38. \end{array}$$

Die Werte zeigen keine erheblichen systematischen Fehler in den einzelnen Reihen an.

### § 8. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperaturkoeffizienten.

Die Beobachtungen sind auf den einzelnen Stationen bei den folgenden mittleren Temperaturen und Luftdichten ausgeführt.

	<i>t</i>	<i>D</i>		<i>t</i>	<i>D</i>	$\Delta t$	$\Delta D$
Potsdam	16.37	0.937					
Rybno	21.90	0.911	Potsdam weniger Station	-5.53	+0.026	$\pm 0.6$	$\pm 0.18$
Heeslicht	21.08	0.911	„ „ „	-4.71	+0.026	$\pm 0.5$	$\pm 0.18$
Rosenau	17.77	0.919	„ „ „	-1.40	+0.018	$\pm 0.1$	$\pm 0.13$
Kalkstein	19.74	0.925	„ „ „	-3.37	-0.012	$\pm 0.3$	$\pm 0.08$
Migehnen	20.76	0.922	„ „ „	-4.39	-0.015	$\pm 0.4$	$\pm 0.11$
Frauentorf	12.76	0.928	„ „ „	+3.61	-0.009	$\pm 0.4$	$\pm 0.06$

Die angeführten  $\Delta t$  und  $\Delta D$  sind berechnet mit den mittleren Fehlern der Temperaturkoeffizienten  $\pm 0.10 \times 10^{-7}$  und der Dichtekoeffizienten  $\pm 7.0 \times 10^{-7}$  (vergl. Seite 31).

Als Einfluß der Unsicherheit der beiden Koeffizientenbestimmungen auf den Unterschied einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* erhält man

$$m_k = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta t^2 + \sum \Delta D^2}{6}} = \pm 0.4 \times 10^{-7}.$$

### § 9. Die Genauigkeit der Beobachtungen.

1. Aus den auf Seite 66 und 67 mitgeteilten Werten für die Schwingungszeiten des mittleren Pendels erhält man für das Mittel aus den beiden Anschlußreihen in *Potsdam* den mittleren Fehler  $\pm 0.5 \times 10^{-7}$ .

2. Der durchschnittliche mittlere Fehler einer von systematischen Fehlern befreiten Beobachtung einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation ist nach Seite 70  $\pm 2.2 \times 10^{-7}$ . Wir nehmen für unsere Fehlerberechnung den mittleren Fehler für durchschnittlich drei Beobachtungen an zu  $\pm 1.3 \times 10^{-7}$ .

3. Der mittlere Fehler der Bestimmung des Mitschwingens in *Potsdam* ist nach Seite 56  $\pm 0.4 \times 10^{-7}$ .

Der mittlere Fehler der Bestimmung des Mitschwingens auf einer Außenstation ist nach Seite 56  $\pm 0.5 \times 10^{-7}$ .

4. Der mittlere Fehler der täglichen Gänge der Beobachtungsuhr in *Potsdam* ist nach Seite 57  $\pm 1.2 \times 10^{-7}$ .

Der mittlere Fehler der täglichen Gänge der Beobachtungsuhr auf einer Außenstation ist nach Seite 59  $\pm 1.9 \times 10^{-7}$ .

5. Der mittlere Fehler der Bestimmung der Temperatur- und Dichtekoeffizienten geht nach Seite 75 mit  $\pm 0.4 \times 10^{-7}$  ein.

6. Der quadratische Einfluß der Veränderung der Pendelschwingungszeiten auf den Unterschied der Schwingungszeiten eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* ist nach Seite 75  $9.14 \times 10^{-14}$ .

Als mittleren Fehler des Unterschieds einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* erhalten wir also:

$$M_s = \pm \sqrt{0.5^2 + 1.3^2 + 0.4^2 + 0.5^2 + 1.2^2 + 1.9^2 + 0.4^2 + 9.14} = \pm 4.1 \times 10^{-7} \text{ sec.}$$

und als mittleren Fehler eines Unterschieds in der Schwerkraft einer Außenstation gegen *Potsdam*

$$M_g = \pm 0.0016 \text{ cm } 10^{-3}.$$

### III. Beobachtungen im Jahre 1912.

#### § 1. Vorbemerkungen.

Die Feststellung des Verlaufs der Beschleunigung der Schwerkraft in der Nähe des Meridians von *Tübingen*  $9^{\circ}$  E. v. Gr. war in den früheren Jahren von der *Nordsee* bis zum Anschluß an die süddeutschen Beobachtungen vollendet worden. Zur Verbindung der deutschen Beobachtungen mit den schon fertig vorliegenden der Königlich Dänischen Gradmessung an der *Westküste Jütlands* fehlten jetzt nur noch die Bestimmungen an der *Westküste Schleswig-Holsteins* bis zur *dänischen Grenze*. Es würde dadurch eine ununterbrochene Reihe von Beobachtungsstationen der Beschleunigung der Schwerkraft vom *Norden Jütlands* bis *Genua* geschaffen werden. Herr Geheimer Oberregierungsrat HELMERT hielt für diese fehlende Verbindung 7 Stationen für notwendig und ausreichend. Diese 7 Stationen habe ich dann ausgesucht; eine achte Station, die mehr landeinwärts lag, wurde noch hinzugenommen, um den Verlauf der Intensität der Schwerkraft an dieser Stelle auch in der Ost-Westrichtung zu ermitteln. An der *Ostküste Schleswig-Holsteins* sind schon im Jahre 1895 eine Anzahl von Stationen von mir bestimmt worden.

Die Beobachtungen waren in diesem Jahre so sehr vom Wetter begünstigt, daß ich auf vier Stationen an zwei Tagen Pendelbeobachtungen machen und diese in drei Zeitbestimmungen einschließen konnte, ohne die durchschnittliche Dauer einer Station wesentlich zu vergrößern. Die Bestimmungen dieser Stationen erhalten so eine größere Genauigkeit.

Auf etwa der Hälfte der Stationen mußte ich die Beobachtungsräume in Privatgebäuden wählen. Sie entsprachen in jeder Beziehung den an sie gestellten Anforderungen. Unheilbare Verständnislosigkeit für den Wert der wissenschaftlichen Beobachtungen konnte wohl störend, aber nie hindernd die Arbeiten beeinflussen. Überall wirkte in derartigen Fällen das Vorzeigen der „offenen Ordre“ Wunder.

Mit besonderem Danke habe ich das Entgegenkommen des Herrn Dr. HOTZEN in *Barmstedt* zu erwähnen, der meinen Instrumenten Unterkunft und mir gastliche Aufnahme in seinem Hause gewährte.

Auf den beiden Stationen *Eddelack* und *Itzehoe* beteiligte sich sehr rege an den Beobachtungen der Ingenieur der Niederländischen Gradmessungskommission Herr Dr. VENING-MEINESZ, der mich besuchte, um die Art der Ausführung der Pendelbeobachtungen auf Außenstationen kennen zu lernen. Für seine tätige und ersprießliche Mitarbeit danke ich ihm auch an dieser Stelle.

Wie schon erwähnt, fielen die Beobachtungen in eine ihnen sehr günstige klare Wetterperiode. Erst auf der Station *Barmstedt* wurde es andauernd nach dem Erlangen der ersten Zeitbestimmung trübe; die Schlußzeitbestimmung erhielt ich dann aber doch nach dreitägiger Pendelbeobachtung.

Über das Entgegenkommen der Behörden konnte ich nicht klagen. Auf einzelnen Stationen, wie *Lügumkloster* und *Heide*, nahm man sich meiner Arbeiten mit besonderem Interesse an.

Für die Beobachtungen wurde, wie in den Vorjahren, der Vierpendelapparat mit den Nickelstahlpendeln Nr. 78, 76, 79, 77 benutzt. Als Beobachtungsuhr diente auf den Außenstationen die Sekundenpendeluhr STRASSER u. ROHDE Nr. 101. Für die Anschlußmessungen in *Potsdam* wurde die im Uhrkeller des Geodätischen Instituts aufgestellte Pendeluhr RIEFLER Nr. 96 verwendet.

## § 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen.

Nr. d. Station	Station	Geographische		Höhe über N. N.	Mittlerer Fehler der Höhenbestimmung	Anbindungspunkt	Lage des Beobachtungsräumens	Art des Fußbodens
		Breite	Länge					
	Potsdam	52° 22' 9"	13° 4' 1"	83 <sup>m</sup> .5	.		Mittelkeller des Geod. Instituts	Zement
1	Rödding	55 22.3	9 3.5	32.1	± 0.6	Bolzen an der Kirche	Gartenhs. d. Gasthofes Petersen	Zement
2	Lügumkloster	55 3.8	8 57.3	13.0	± 0.2	Schienenoberkante d. Bahnhofs	Diele der Schule	Terrazzo
3	Leck	54 46.4	8 58.4	2.7	± 0.8	Schienenoberkante d. Bahnhofs	Küche eines Bauernhauses	Ziegelsteinpflaster
4	Husum	54 28.8	9 3.0	11.4	± 0.8	Bolzen an der Kirche	Diele der Volksschule	Sandsteinplatten
5	Heide	54 11.9	9 1.6	10.0	± 1.0	Bolzen an der Kirche	Keller des Realgymnasiums	Zement
6	Eddelack	53 56.7	9 8.2	1.1	± 0.5	Bolzen am Bahnhof	Scheune eines Bauernhofes	Festgestampfter Lehm
7	Itzehoe	53 55.6	9 31.4	16.5	.	Stadtnivellement	Keller des Realgymnasiums	Zement
8	Barmstedt	53 47.4	9 46.6	10.6	± 0.4	Bolzen an der Kirche	Stall im Gehöft d. Hrn. Dr. Hotzen	Ziegelsteinpflaster



Zu der vorstehenden Tabelle bemerke ich gleich hier, daß die Beobachtungen im Mittelkeller alle auf den Pfeiler Nr. 31 des Pendelsaales reduziert werden. Die Höhe des Pfeilers im Pendelsaal ist 86.5 m, die geographischen Koordinaten bleiben die gleichen wie für den Keller.

Die Höhenbestimmungen sind mit dem Aneroid BOHNE Nr. 938 ausgeführt, das vor Beginn und am Schluß jeder Bestimmung mit dem auf der Station verbliebenen Aneroid BOHNE Nr. 937 verglichen wurde, um vor unvorhergesehenen Sprüngen sicher zu sein. Die Unterschiede beider Barometer hielten sich stets in sehr engen Grenzen. Bei dem Aufbau des Pfeilers für das Passageinstrument auf einer Weide in der Nähe der Scheune in *Eddelack* mußte die ganze Wiesennarbe in der Umgebung des Pfeilers entfernt werden, um ihn unabhängig von seiner Umgebung zu machen.

In *Barmstedt* stand die astronomische Bude zunächst auf einem breiten festen Kieswege im Garten; als aber das Niveau des Instruments beim Herumlaufen eines kleinen Kindes auf dem Wege in etwa 5 m Entfernung schon bemerkbare Ausschläge zeigte, wechselte ich den Platz. Der moorige Untergrund schien in ständiger Bewegung zu sein. Die nun gewählte Stelle war besser; es war ein mit Kopfsteinpflaster versehener Weg in unmittelbarer Nähe der Stallwand. Auf den Fußboden im Stallgebäude hatte die starke Beweglichkeit keinen Einfluß, weil dieser durch die Seitenmauern und Fundamente isoliert war.

### § 3. Bestimmung des Mitschwingens.

Nach der schon Seite 4 angegebenen Art wurde das Mitschwingen für die beiden Pendelpaare 78, 76 und 79, 77 bestimmt. Bei diesen Bestimmungen zeigt sich gewöhnlich zwischen der Richtung 78—76 und der Richtung 79—77 ein nahezu konstant bleibender Unterschied, der von der Anordnung und dem mehr oder weniger festen Anziehen der Fußschrauben des Pendelapparates herrührt. Auf den Stationen, auf denen ein solcher Unterschied nicht vorhanden oder gar das entgegengesetzte Zeichen trägt, liegt die Ursache am Fußboden, der dann in der einen Richtung weniger fest ist als in der anderen.

#### *Zusammenstellung der Ergebnisse der Bestimmung des Mitschwingens.*

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Richtung 78—76					Richtung 79—77				
			Mit-schwin-gen	[ <i>v v</i> ]	Anzahl d. Beob-achtun-gen	Sta-tions-mittel	Mitt-lerer Fehler	Mit-schwin-gen	[ <i>v v</i> ]	Anzahl d. Beob-achtun-gen	Sta-tions-mittel	Mitt-lerer Fehler
	Potsdam	1	35	13	6	35	± 0.4	41	10	6	41	± 0.3
		2	36	12	6			42	9	6		
		3	35	14	6			40	12	6		
I	Rödding	1	38	22	8	37	± 0.3	42	8	6	41	± 0.3
		2	37	7	7			40	10	6		

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Richtung 78—76				Richtung 79—77					
			Mit- schwin- gen	[ $\nu \nu$ ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler	Mit- schwin- gen	[ $\nu \nu$ ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler
2	Lügum- kloster	1	36	5	6			43	35	5		
		2	38	20	6	37	$\pm 0.3$	40	5	6	43	$\pm 0.6$
		3	36	3	5			47	19	5		
3	Leck	1	124	92	6			124	35	6		
		2	132	45	6	127	$\pm 0.8$	121	107	7	119	$\pm 0.9$
		3	130	75	6			116	86	6		
		4	122	124	6			118	180	6		
4	Husum	1	75	106	9			79	28	4		
		2	74	34	7	74	$\pm 0.6$	74	96	5	76	$\pm 0.9$
		3	74	74	9			79	55	5		
		4	.	.	.			72	38	5		
5	Heide	1	49	16	6			55	27	6		
		2	50	40	5	47	$\pm 0.5$	53	28	5	55	$\pm 0.7$
		3	44	14	5			56	44	6		
		4	45	3	5			.	.	.		
6	Eddelack	1	78	43	6			75	88	5		
		2	70	12	5			73	78	6	75	$\pm 1.0$
		3	72	122	6	74	$\pm 0.7$	77	73	6		
		4	80	35	6							
		5	72	122	6							
7	Itzehoe	1	49	14	8			57	29	7		
		2	49	16	6	50	$\pm 0.3$	57	16	6	58	$\pm 0.4$
		3	52	20	6			58	12	6		
		4	49	2	5			58	37	6		
8	Barmstedt	1	49	20	8			47	32	8		
		2	49	24	5	47	$\pm 0.5$	47	6	7	47	$\pm 0.3$
		3	42	14	6			46	3	6		
Potsdam		1	35	39	7	36	$\pm 0.7$	41	8	7	41	$\pm 0.4$
		2	38	25	6			41	32	9		

Die mittleren Fehler für die angewendeten Stationsmittel für das Mitschwingen sind aus den mittleren Fehlern der Einzelbestimmungen abgeleitet.

Die sehr großen Werte für das Mitschwingen in *Leck* finden ihre Erklärung in der Aufstellung des Pendelapparates auf flach liegenden Ziegel-

steinen, die in Sand gebettet waren. Die Genauigkeit der Bestimmung wurde durch viermalige Wiederholung der Beobachtungen auf die gleiche Höhe mit den anderen Stationen gebracht.

Der mittlere Fehler der für das Mitschwingen in *Potsdam* erlangten Werte wird für beide Richtungen gleichmäßig zu  $\pm 0.4 \times 10^{-7}$  sec angenommen. Der durchschnittliche mittlere Fehler der Bestimmung des Mitschwingens für eine Außenstation beträgt für beide Richtungen  $\pm 0.6 \times 10^{-7}$  sec.

§ 4. Die Ableitung der täglichen Gänge für die Beobachtungsuhr  
RIEFLER Nr. 96 und STRASSER u. RÖHDE Nr. 101.

Bei den Beobachtungen in *Potsdam* benutzte ich die Sekundenpendeluhr RIEFLER Nr. 96, die im Uhrenkeller des Geodätischen Instituts aufgestellt ist. Aus den mittäglichen erfolgenden Uhrvergleichen hat Herr Professor WANACH die folgenden täglichen Uhrgänge für die Beobachtungsuhr festgestellt.

*Die täglichen Uhrgänge von Riefler Nr. 96 in Potsdam.*

Juni 15	— 0 <sup>s</sup> .25	August 19	— 0 <sup>s</sup> .34
„ 17	— 0.22	„ 20	— 0.36
„ 18	— 0.18	„ 21	— 0.37
„ 19	— 0.19	„ 22	— 0.36
„ 20	— 0.20	„ 23	— 0.36
„ 21	— 0.20		
„ 22	— 0.18		
„ 24	— 0.20		
„ 25 a	— 0.23		
„ 25 p	— 0.24		

Als mittleren Fehler eines benutzten täglichen Ganges nehmen wir wie früher  $\pm 0.02$  an.

*Die täglichen Gänge der Pendeluhr Strasser u. Rohde Nr. 101.*

Die Methode der Zeitbestimmungen war wieder die der Beobachtung von Südsterne im Vertikal des Polarsterns.

Auf den Stationen *Lügumkloster, Leck, Husum, Heide* und *Itzehoe* wurden drei Zeitbestimmungen statt der üblichen zwei beobachtet. Es wurde wieder das kleine Passageinstrument des Geodätischen Instituts und als Übertragungsuhr das Chronometer DENCKER Nr. 100 verwendet. Die folgende Tabelle gibt die Zusammenstellung der Beobachtungen mit den Ergebnissen.

Nr.	Station	1912	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektio n	Uhrgang		Ange- wandtes Mittel der täglichen Uhrgänge	Mittlere Fehler der täglichen Uhrgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel			
						abgeleitet aus Nummer	täglich						
1	Rödding	Juli	6	1	16 <sup>h</sup> 9. <sup>m</sup> 9	+ 6 <sup>m</sup> 10. <sup>s</sup> 39	1 u. 4	-0. <sup>s</sup> 39	-0. <sup>s</sup> 36	±0. <sup>s</sup> 02	0.0026		
			6	2	16 38.4	+ 6 10.31	2 u. 5	-0.32					
			6	3	17 9.8	+ 6 10.31	3 u. 6	-0.37					
		7	4	16 9.9	+ 6 10.00								
		7	5	16 38.4	+ 6 9.99								
		7	6	17 9.8	+ 6 9.94								
2	Lügum- kloster	" 10	10	1	16 10.3	+ 4 35.75	1 u. 5	+1.91	+1.95	±0.05	0.0141		
			10	2	16 40.5	+ 4 35.76	2 u. 6	+1.90					
			10	3	17 10.3	+ 4 35.63	$\frac{3+4}{2}$ u. 7	+2.05					
			10	4	17 36.8	+ 4 35.75							
		11	5	16 10.3	+ 4 37.66	5 u. 8	+1.78	+1.78	±0.00	0.0001			
		11	6	16 40.5	+ 4 37.68	6 u. 9	+1.78						
		11	7	17 10.3	+ 4 37.72	7 u. 10	+1.79						
		12	8	16 10.3	+ 4 39.44								
		12	9	16 40.5	+ 4 39.46								
		12	10	17 10.3	+ 4 39.51								
		3	Leck	" 15	15	1	16 54.0	+ 3 43.36	1 u. 5	+3.39	+3.36	±0.04	0.0115
					15	2	17 24.9	+ 3 43.45	2 u. 6	+3.41			
15	3				17 30.0	+ 3 43.47	3 u. 4	+3.27					
16	4			16 28.7	+ 3 46.60								
16	5			16 54.0	+ 3 46.75	5 u. 7	+3.09	+3.05	±0.04	0.0041			
16	6			17 24.9	+ 3 46.86	6 u. 8	+3.00						
17	7			16 54.0	+ 3 49.84								
17	8			17 24.9	+ 3 49.86								
4	Husum	" 19	19	1	18 46.4	+ 0 23.43	1 u. 4	-2.51	-2.38	±0.07	0.0273		
			19	2	19 6.0	+ 0 23.22	2 u. 5	-2.28					
			19	3	19 24.7	+ 0 23.37	3 u. 6	-2.36					
		20	4	16 40.8	+ 0 21.14	4 u. 7	-2.43	-2.49	±0.03	0.0049			
		20	5	17 10.1	+ 0 21.12	5 u. 8	-2.52						
		20	6	17 36.7	+ 0 21.19	6 u. 9	-2.51						
		21	7	16 40.8	+ 0 18.71								
		21	8	17 10.1	+ 0 18.60								
		21	9	17 36.7	+ 0 18.68								
5	Heide	" 24	24	1	16 40.2	- 5 5.53	1 u. 4	+1.91	+1.79	±0.07	0.0341		
			24	2	17 10.0	- 5 5.55	2 u. 5	+1.80					
			24	3	17 36.5	- 5 5.38	3 u. 6	+1.65					
		25	4	16 40.2	- 5 3.62	$\frac{4+5+6}{3}$ u. 7	+1.32	+1.32	.	.			
		25	5	17 10.0	- 5 3.75								
		25	6	17 36.5	- 5 3.73								
		26	7	16 50.7	- 5 2.40								

Nr.	Station	1912	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektur	Urgang		Ange- wandtes Mittel der täglichen Urgänge	Mittlere Fehler der täglichen Urgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel	
						abgeleitet aus Nummer	täglich				
6	Eddelak	Juli	28	1	20 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 9	+ 0 <sup>m</sup> 41 <sup>s</sup> 59	1 u. 3	+ 6 <sup>s</sup> 06	+ 6 <sup>s</sup> 03	± 0 <sup>s</sup> 03	0.0018
			28	2	20 40.1	+ 0 41.71	2 u. 4	+ 6.00			
		29	3	16 53.7	+ 0 46.78						
		29	4	17 24.5	+ 0 46.89						
7	Itzehoe	Aug.	1	1	17 23.1	+ 1 56.02	1 u. 4	+ 10.98	+ 11.00	± 0.02	0.0021
			1	2	17 48.2	+ 1 56.19	2 u. 5	+ 10.99			
			1	3	18 23.6	+ 1 56.39	3 u. 6	+ 11.04			
		2	4	18 9.0	+ 2 7.35	4 u. 7	+ 10.69	+ 10.76	± 0.03		
		2	5	18 52.1	+ 2 7.67	5 u. 8	+ 10.78				
		2	6	19 12.5	+ 2 7.80	6 u. 9	+ 10.80				
		3	7	16 52.3	+ 2 17.47						
		3	8	17 32.0	+ 2 17.85						
		3	9	18 2.9	+ 2 18.08						
		8	Barmstedt	"	6	1	22 14.3	- 2 13.41	$\frac{1+2+3}{3}$ u. 4	+ 10.51	
6	2				22 33.4	- 2 13.28					
6	3				22 52.9	- 2 13.23					
9	4				17 59.5	- 1 43.77					

Als durchschnittlichen mittleren Fehler einer Zeitbestimmung erhält aus 31 Einzelwerten in 11 Gruppenmitteln

$$m'_u = \pm 0^s.074.$$

Da die abgeleiteten täglichen Gänge auf durchschnittlich 2.5 Zeitbestimmungen beruhen, erhält man als mittleren Fehler eines benutzten täglichen Ganges

$$m_u = \pm 0^s.047.$$

Infolge des mittleren Fehlers der benutzten täglichen Gänge der Beobachtungsuhr wird die Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Station beeinflusst durch

$$m_u = \pm 2^s.8 \times 10^{-7}.$$

Der mittlere Fehler der benutzten täglichen Gänge der Beobachtungsuhr in *Potsdam* ist =  $\pm 0^s.02$  oder  $\pm 1^s.2 \times 10^{-7}$  der Schwingungszeit.

## § 5. Die Pendelbeobachtungen.

Im Frühjahr des Jahres 1912 hat der Ingenieur der Holländischen Gradmessungskommission Herr Dr. VENING-MEINESS umfangreiche Übungsbeobachtungen mit dem Vierpendelapparat des Geodätischen Instituts und den Nickelstahlpendeln angestellt.

Bei einer dieser Reihen ergab sich für das Pendel Nr. 79 eine unerklärliche Abweichung von etwa  $100 \times 10^{-7}$  sec. der Schwingungszeit, die später bei einer Neubeobachtung wieder verschwand. Da sich bei meinen Außenbeobachtungen im Jahre 1910 auf der Station *Corbach* bei dem gleichen Pendel und auch bei Pendel Nr. 77 eine der Größe nach fast genau gleiche Abweichung ergeben hatte, die ebenso nachher wieder verschwand, so konnte ich jetzt mit Bestimmtheit der Schneidenform die Schuld zumessen. Die Schneiden haben die Form einer Säge, sind dabei aber auch noch durch die Befestigung in ihren Fassungen etwas gebogen, sodaß einzelne nur mit den äußersten Sägezähnen auf den Lagern liegen. Eine kleine nicht erkennbare Verschiebung auf den Lagern konnte leicht die Veränderung hervorgebracht haben. Ich entschloß mich deshalb, die Hauptschneiden an beiden Seiten um je 2 mm schmaler machen zu lassen, um eine sicherere Lagerung zu erzielen. Die zunächst bei den Pendeln Nr. 77, 78, 79 vorgenommene Änderung hat sich voll bewährt. Seitdem ist eine so auffällige Änderung der Schwingungszeiten nicht mehr vorgekommen. Da das Pendel Nr. 76 sich immer sehr gut unveränderlich gehalten hatte, so ließ ich die Schneiden dieses Pendels vorläufig unberührt.

Nach Vornahme der Änderung habe ich die Pendel in *Potsdam* fast täglich bis zum Beginn der Beobachtungen auf den Außenstationen beobachtet. Während dieser Zeit haben sich alle Pendel sehr gut gehalten. Auch auf der Beobachtungsreise haben sie sich bewährt. Das muß ich vor allem deshalb hervorheben, weil die Beobachtungsräume auf einzelnen Stationen für Messingpendel überhaupt nicht zu benutzen waren.

Für die Temperaturbestimmung im Pendelapparat waren die Angaben des an der rechten Seite des Pendelstativs befestigten Magazinthermometers *Mg II* maßgebend. Die Korrekturen sind auf Seite 30 angegeben.

Die Standkorrektur des benutzten Aneroids *BOHNE* Nr. 938 wurde zu  $+ 2.00$  mm ermittelt. Die Temperaturkorrekturen der Angaben des Barometers konnten vernachlässigt werden.

Zur Messung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft diente ein *KOPPE*sches Haarhygrometer, dessen Nullpunkt auf jeder Station neu bestimmt wurde.

Bei dem vorzüglichen Gange der Pendeluhr *RIEFLER* Nr. 96 konnte ich in *Potsdam* von dem üblichen Beobachtungsschema — der Beobachtung von täglich zwei Reihen von vier Pendeln in etwa 12 stündigem Abstände — absehen. Auf den Außenstationen ist dieses Schema aber streng durchgeführt worden.

Die Beteiligung an den Pendelbeobachtungen auf den Stationen *Eddelak* und *Itzehoe* durch Herrn Dr. Vening-Melness habe ich in den Tabellen nicht noch besonders hervorgehoben. Er hat auf jeder der beiden Stationen etwa die Hälfte der Pendelbeobachtungen ausgeführt. Auch an der Bestimmung des Mitschwingens auf den beiden Stationen ist er in gleichem Maße beteiligt.

Pendel-Nr.	Genähertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit		Koinzidenzenintervall		Anschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeits	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
					Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Ubergang	Mitschwingen				
<b>Potsdam, Mittelkeller. 1912. Juni 15.</b>																						
							+	+									<b>0<sup>s</sup>50</b>					
78	9 <sup>s</sup> .4	32 <sup>s</sup> .770	19.6	14.4	14.15	14.17	82	46.1	-3.7	29	77471	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	51	656	15	35	76706	+125	
76	10.1	32.680	18.6	13.0	14.17	14.23	82	45.8	-3.7	28	77688	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	7	48	644	15	35	76939	-108	
79	10.8	32.790	16.0	11.9	14.23	14.27	82	45.6	-3.7	27	77423	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	5	56	631	15	41	76675	+156	
77	11.5	32.648	20.3	14.8	14.27	14.31	82	45.0	-3.7	27	77765	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	54	643	15	41	77004	-173	
																				<b>76831</b>		
<b>Juni 17.</b>																						
							+	+													<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	9 <sup>s</sup> .5	32 <sup>s</sup> .762	20.4	15.0	14.03	14.05	74	52.6	-3.3	38	77490	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	51	662	13	35	76721	+113	
76	10.4	32.676	18.3	12.3	14.05	14.11	74	52.9	-3.3	38	77698	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	6	47	651	13	35	76946	-112	
79	11.2	32.789	16.3	11.5	14.12	14.19	74	53.0	-3.3	38	77426	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	5	56	639	13	41	76672	+162	
77	11.9	32.649	20.5	15.1	14.19	14.25	74	53.0	-3.3	38	77763	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	9	54	651	13	41	76995	-161	
																				<b>76834</b>		
<b>Juni 18.</b>																						
							+	+													<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	9 <sup>s</sup> .5	32 <sup>s</sup> .767	20.0	14.6	14.03	14.07	72	55.0	-3.2	41	77478	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	51	664	11	35	76709	+122	
76	10.2	32.676	18.5	13.3	14.07	14.13	72	54.9	-3.2	41	77698	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	7	47	653	11	35	76945	-114	
79	10.9	32.788	19.3	14.0	14.11	14.17	72	54.7	-3.2	40	77428	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	56	640	11	41	76672	+159	
77	11.8	32.648	20.8	13.3	14.17	14.23	72	54.6	-3.2	40	77765	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	54	652	11	41	76999	-168	
																				<b>76831</b>		
<b>Juni 19.</b>																						
							+	+													<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	9 <sup>s</sup> .4	32 <sup>s</sup> .767	19.5	14.4	14.12	14.13	80	54.3	-3.6	39	77478	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	51	662	11	35	76711	+122	
76	10.2	32.672	19.3	13.8	14.13	14.19	80	54.4	-3.6	39	77705	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	48	652	11	35	76951	-118	
79	11.0	32.790	17.8	12.0	14.19	14.25	80	54.8	-3.6	39	77423	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	6	56	639	11	41	76670	+163	
77	11.8	32.648	20.8	15.1	14.25	14.31	80	55.3	-3.6	39	77765	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	9	54	652	11	41	76998	-165	
																				<b>76833</b>		
<b>Juni 20.</b>																						
							+	+													<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	9 <sup>s</sup> .5	32 <sup>s</sup> .765	20.1	14.8	14.25	14.25	80	50.6	-3.6	34	77483	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	8	52	659	12	35	76717	+119	
76	10.4	32.676	18.3	10.6	14.25	14.35	80	50.8	-3.6	34	77698	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	6	48	648	12	35	76949	-113	
79	11.3	32.787	17.8	13.0	14.35	14.41	80	51.1	-3.6	34	77430	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	6	57	636	12	41	76678	+158	
77	12.0	32.648	20.5	15.0	14.41	14.45	80	51.2	-3.7	35	77765	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	9	55	649	12	41	76999	-163	
																				<b>76836</b>		

Pendel-Nr.	Genähertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdruckes wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang			Mit-schwingen
Juni 21.																		
78	9.5	32.764	20.0	14.1	14.35	14.37	80	55.4	-3.6	40	77485	8	52	664	12	35	76714	+119
76	10.5	32.678	19.0	11.0	14.37	14.45	80	55.4	-3.7	39	77693	6	49	652	12	35	76939	-106
79	11.4	32.784	17.8	12.8	14.45	14.51	80	55.3	-3.7	39	77437	6	57	639	12	41	76682	+151
77	12.1	32.648	20.5	15.0	14.51	14.55	80	55.3	-3.7	39	77765	9	55	652	12	41	76996	-163
																	<b>76833</b>	
Juni 22.																		
78	9.5	32.763	19.5	14.3	14.43	14.47	83	57.5	-3.8	42	77490	8	53	665	11	35	76718	+113
76	10.2	32.683	19.0	13.5	14.47	14.50	83	57.4	-3.8	42	77681	7	49	654	11	35	76925	-94
79	10.9	32.786	18.3	12.9	14.50	14.53	83	57.3	-3.8	41	77433	6	57	641	11	41	76677	+154
77	11.7	32.646	20.3	14.5	14.53	14.57	83	57.3	-3.8	41	77770	8	55	653	11	41	77002	-171
																	<b>76831</b>	
Juni 24.																		
78	9.2	32.764	19.5	14.0	14.45	14.49	82	53.4	-3.8	37	77485	8	53	662	12	35	76715	+117
76	9.9	32.686	19.0	13.4	14.49	14.55	82	53.5	-3.8	37	77674	7	49	650	12	35	76921	-89
79	10.6	32.784	18.0	13.4	14.55	14.57	82	53.5	-3.8	37	77437	7	57	638	12	41	76682	+150
77	11.3	32.644	20.5	15.1	14.57	14.61	82	53.5	-3.8	36	77775	9	55	650	12	41	77008	-176
																	<b>76832</b>	
Juni 25.																		
78	6.2	32.762	20.1	14.8	14.58	14.62	84	54.3	-3.9	37	77490	8	53	662	14	35	76718	+114
76	6.9	32.684	18.8	13.6	14.62	14.66	84	54.5	-3.9	37	77678	7	49	650	14	35	76923	-91
79	7.6	32.783	19.0	13.8	14.66	14.73	84	54.8	-3.9	38	77440	7	58	639	14	41	76681	+151
77	8.3	32.644	20.8	15.1	14.73	14.78	84	55.0	-3.9	38	77775	9	56	650	14	41	77005	-173
																	<b>76832</b>	
78	4.1	32.763	17.8	12.5	14.82	14.88	84	55.2	-3.9	38	77487	6	54	663	14	35	76715	+113
76	4.8	32.682	19.0	14.0	14.88	14.90	84	55.2	-3.9	38	77683	7	50	651	14	35	76926	-98
79	5.5	32.786	18.8	13.8	14.90	14.95	84	55.2	-3.9	38	77432	7	59	639	14	41	76672	+156
77	6.2	32.646	20.8	15.0	14.95	15.01	84	55.2	-3.9	38	77770	9	57	651	14	41	76998	-170
																	<b>76828</b>	
1. Rödding. Juli 6 und 7.																		
78	11.2	33.067	17.5	12.8	18.00	17.60	66	61.0	-3.7	35	76765	6	65	660	21	37	75976	+109
76	11.9	32.990	19.0	13.8	17.60	17.34	66	60.9	-3.7	36	76947	7	59	650	21	37	76173	-88
79	12.6	33.092	19.0	14.0	17.34	17.12	68	60.8	-3.7	37	76706	7	68	638	21	41	75931	+154
77	1.3	32.950	15.8	11.8	17.12	16.90	69	60.6	-3.7	37	77042	5	64	651	21	41	76260	-175
																	<b>76085</b>	
78	9.4	33.064	18.4	13.8	16.63	17.64	66	58.8	-3.6	35	76772	7	62	660	21	37	75985	+107
76	10.1	32.983	18.9	13.6	17.64	18.79	61	58.7	-3.6	31	76963	7	61	646	21	37	76191	-99
79	10.8	33.092	19.0	13.8	18.79	19.90	58	58.6	-3.6	28	76706	7	76	632	21	41	75929	+163
77	11.5	32.948	16.5	12.3	19.90	20.77	55	58.5	-3.6	24	77047	6	77	641	21	41	76261	-169
																	<b>76092</b>	



Pendel-Nr.	Genäheretes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekationen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang	Mit-schwingen		
<b>2. Lügumkloster. Juli 10 und 11.</b>																		
					+	+			mm	o.	o. <sup>s</sup> 50	—	—	—	+	—	<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	11 <sup>p</sup> 4	33 <sup>s</sup> 108	17.8	12.8	18.14	17.98	56	63.7	—3.2	939	76669	6	66	663	115	37	76012	+120
76	12.1	33.018	16.8	12.3	17.98	17.98	55	63.7	—3.2	939	76881	6	61	652	115	37	76240	—108
79	12.8	33.130	19.3	13.1	17.98	17.94	53	63.6	—3.0	939	76617	7	71	639	115	43	75972	+160
77	1.5	32.986	16.6	12.0	17.94	17.92	52	63.7	—3.0	939	76956	5	68	652	115	43	76303	—171
<b>76132</b>																		
78	9.3	33.100	18.0	12.9	17.80	18.06	54	64.0	—3.1	939	76687	6	65	663	115	37	76031	+112
76	10.0	33.014	15.8	11.6	18.06	18.34	54	64.0	—3.1	938	76890	5	61	651	115	37	76251	—108
79	10.8	33.125	19.3	13.1	18.34	18.62	54	64.0	—3.2	938	76628	7	73	639	115	43	75981	+162
77	11.6	32.983	17.5	12.5	18.62	18.84	56	64.0	—3.4	937	76963	6	71	650	115	43	76308	—165
<b>76143</b>																		
<b>Juli 11 und 12.</b>																		
					+	+			mm	o.	o. <sup>s</sup> 50	—	—	—	+	—	<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	10 <sup>p</sup> 8	33 <sup>s</sup> 100	16.8	12.5	19.50	19.48	68	64.6	—4.3	933	76687	6	71	659	105	37	76019	+117
76	11.5	33.009	19.5	14.3	19.48	19.42	68	64.6	—4.3	934	76901	8	66	648	105	37	76247	—111
79	12.3	33.123	19.3	13.8	19.42	19.35	67	64.6	—4.2	934	76633	8	76	636	105	43	75975	+161
77	1.0	32.981	19.5	14.4	19.35	19.32	67	64.6	—4.2	934	76968	8	73	648	105	43	76301	—165
<b>76136</b>																		
78	9.5	33.096	17.6	12.5	19.20	19.50	73	64.8	—4.6	934	76697	6	70	659	105	37	76030	+113
76	10.2	33.009	20.0	14.5	19.50	19.78	74	64.8	—4.7	933	76901	8	66	648	105	37	76247	—104
79	10.9	33.119	19.0	13.5	19.78	20.10	74	64.8	—4.8	932	76642	7	79	635	105	43	75983	+160
77	11.6	32.976	19.5	14.3	20.10	20.30	74	64.6	—4.9	931	76980	8	77	646	105	43	76311	—168
<b>76143</b>																		
<b>3. Leek. Juli 15 und 16.</b>																		
					+	+			mm	o.	o. <sup>s</sup> 50	—	—	—	+	—	<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	11 <sup>p</sup> 3	33 <sup>s</sup> 050	19.1	13.4	19.36	19.30	90	69.4	—5.6	938	76805	7	70	662	198	127	76137	+125
76	12.0	32.955	18.5	13.1	19.30	19.42	90	69.4	—5.6	938	77030	7	65	651	198	127	76378	—116
79	12.7	33.075	20.0	14.4	19.42	19.54	90	69.5	—5.6	938	76746	8	77	639	198	119	76101	+161
77	1.4	32.933	18.9	13.3	19.54	19.64	90	69.4	—5.7	937	77082	7	74	650	198	119	76430	—168
<b>76262</b>																		
78	9.1	33.048	19.8	14.3	18.65	18.69	86	68.4	—5.2	940	76807	8	68	664	198	127	76138	+123
76	9.9	32.953	18.8	12.5	18.19	18.83	81	68.4	—4.9	940	77035	7	63	652	198	127	76384	—123
79	10.7	33.079	20.1	14.5	18.83	18.99	76	68.4	—4.8	940	76736	8	74	640	198	119	76093	+168
77	11.4	32.933	18.5	12.8	18.99	19.19	73	68.2	—4.5	939	77082	7	72	652	198	119	76430	—169
<b>76261</b>																		
<b>Juli 16 und 17.</b>																		
					+	+			mm	o.	o. <sup>s</sup> 50	—	—	—	+	—	<b>0<sup>s</sup>50</b>	
78	10 <sup>p</sup> 8	33 <sup>s</sup> 052	18.8	12.8	19.80	19.75	75	65.7	—4.8	933	76800	7	72	659	179	127	76114	+127
76	11.5	32.954	18.8	13.3	19.75	19.82	77	65.8	—4.9	933	77032	7	67	647	179	127	76363	—122
79	12.2	33.078	20.0	14.1	19.82	19.90	77	65.8	—5.0	933	76739	8	78	635	179	119	76078	+163
77	12.9	32.935	18.8	13.6	19.90	19.94	76	65.7	—4.9	933	77077	7	75	647	179	119	76408	—167
<b>76241</b>																		
78	9.0	33.048	19.0	13.3	18.94	18.94	80	64.0	—4.9	934	76810	7	69	659	179	127	76127	+126
76	9.7	32.950	18.6	13.3	18.94	19.06	79	63.8	—4.8	933	77042	7	64	647	179	127	76376	—123
79	10.4	33.075	20.3	14.8	19.06	19.18	77	63.7	—4.7	933	76746	8	75	635	179	119	76088	+165
77	11.1	32.930	19.3	13.5	19.18	19.35	76	63.4	—4.7	932	77089	7	73	647	179	119	76422	—169
<b>76253</b>																		

Pendel-Nr.	Genaüheres Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Urgang			
			+	+	mm	0.9						0.50	—	—	—			—
<b>4. Husum. Juli 20.</b>																		
78	12.6	32.909	17.5	12.8	18.57	18.55	95	54.4	-5.7	22	77139	6	68	651	140	74	76200	+113
76	1.3	32.819	20.0	14.3	18.55	18.54	94	54.4	-5.7	22	77353	8	63	640	140	74	76428	-115
79	2.0	32.937	19.5	14.0	18.54	18.53	94	54.5	-5.7	22	77072	8	73	628	140	76	76147	+166
77	2.8	32.795	18.6	13.4	18.53	18.49	94	54.6	-5.7	23	77411	7	70	641	140	76	76477	-164
												<b>76313</b>						
78	10.3	32.910	17.6	12.8	18.39	18.49	86	55.8	-5.1	25	77137	6	67	653	140	74	76197	+117
76	11.0	32.817	20.0	14.6	18.49	18.55	85	55.8	-5.0	25	77358	8	62	642	140	74	76432	-118
79	11.7	32.935	19.4	13.4	18.55	18.67	85	55.8	-5.1	25	77077	7	73	630	140	76	76151	+163
77	12.4	32.794	19.5	13.5	18.67	18.74	85	55.9	-5.1	25	77413	7	71	642	140	76	76477	-163
												<b>76314</b>						
<b>Juli 20 und 21.</b>																		
78	10.7	32.905	20.0	14.8	19.09	19.13	80	56.8	-4.9	24	77148	8	70	652	146	74	76198	+114
76	11.4	32.815	20.0	14.5	19.13	19.13	80	57.0	-4.9	25	77363	8	64	642	146	74	76429	-117
79	12.1	32.933	18.8	13.1	19.13	19.13	80	57.0	-4.9	25	77082	7	75	630	146	76	76148	+164
77	12.8	32.793	18.3	13.1	19.13	19.13	80	57.1	-4.9	25	77416	7	72	642	146	76	76473	-161
												<b>76312</b>						
78	8.6	32.905	18.8	13.3	18.69	18.73	80	57.8	-4.8	27	77148	7	68	654	146	74	76199	+112
76	9.3	32.815	19.8	14.4	18.73	18.79	80	57.9	-4.8	27	77363	8	63	643	146	74	76429	-118
79	10.0	32.936	18.9	13.8	18.79	18.87	80	58.1	-4.8	27	77075	7	74	631	146	76	76141	+170
77	10.7	32.793	17.5	12.5	18.87	18.89	80	58.2	-4.9	27	77416	6	71	643	146	76	76474	-163
												<b>76311</b>						
<b>5. Heide. Juli 24 und 25.</b>																		
78	10.5	32.998	18.8	13.8	18.39	18.44	95	62.4	-5.6	33	76928	7	67	659	105	47	76253	+117
76	11.2	32.904	20.0	14.8	18.44	18.52	95	62.3	-5.6	32	77151	8	62	647	105	47	76492	-122
79	11.9	33.027	17.0	12.3	18.52	18.59	95	62.3	-5.6	32	76859	6	73	635	105	55	76195	+175
77	12.6	32.877	19.1	13.9	18.59	18.65	95	62.3	-5.7	32	77215	7	70	647	105	55	76541	-171
												<b>76370</b>						
78	8.9	32.998	19.1	13.9	18.29	18.29	95	61.5	-5.6	32	76928	7	67	658	105	47	76254	+119
76	9.6	32.903	19.8	14.3	18.29	18.34	95	61.3	-5.6	32	77153	8	62	647	105	47	76494	-121
79	10.3	33.026	17.0	12.1	18.34	18.37	95	61.1	-5.6	31	76862	6	72	634	105	55	76200	+173
77	11.0	32.877	18.5	13.4	18.37	18.41	95	61.0	-5.6	31	77215	7	70	646	105	55	76542	-169
												<b>76373</b>						
<b>Juli 25 und 26.</b>																		
78	10.4	32.995	19.3	14.0	18.77	18.83	82	59.9	-5.0	29	76935	8	68	656	78	47	76234	+127
76	11.1	32.898	20.0	14.8	18.83	18.91	82	59.9	-5.0	29	77165	8	64	645	78	47	76479	-118
79	11.8	33.013	17.0	12.3	18.91	18.94	83	59.9	-5.0	29	76892	6	75	633	78	55	76201	+160
77	12.5	32.871	18.0	12.8	18.94	18.99	84	59.7	-5.0	29	77230	7	72	645	78	55	76529	-168
												<b>76361</b>						
78	8.6	32.989	18.1	13.0	18.49	18.53	85	59.1	-5.0	29	76948	7	67	656	78	47	76249	+123
76	9.3	32.894	19.5	14.3	18.53	18.59	85	59.3	-5.0	29	77174	8	63	645	78	47	76489	-117
79	10.0	33.012	17.5	12.5	18.59	18.63	85	59.4	-5.0	29	76894	6	73	633	78	55	76205	+167
77	10.7	32.866	17.5	12.6	18.63	18.65	85	59.4	-5.1	29	77242	6	71	645	78	55	76543	-171
												<b>76372</b>						

Pendel-Nr.	Gemähltes Mittel der Beobachtungen mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdruckes wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Stempzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Urgang	Miltschwingen		
<b>6. Eddelack. Juli 29.</b>																		
78	1.8	33 <sup>s</sup> .044	16.4	12.1	19.0 <sup>+</sup> 37	19.21 <sup>+</sup>	82	55.8	-5.1	23	76819	5	70	652	355	74	76373	+112
76	2.5	32.954	16.8	12.4	19.21	19.03	82	55.5	-5.1	23	77032	6	64	641	355	74	76602	-117
79	3.2	33.072	18.3	13.1	19.03	18.91	82	55.2	-5.0	23	76753	7	75	628	355	75	76323	+162
77	3.9	32.933	17.4	12.5	18.91	18.79	82	55.3	-5.0	23	77082	6	75	641	355	75	76640	-155
																<b>76485</b>		
78	10.7	33.039	17.3	11.6	17.77	17.92	76	55.6	-4.3	28	76831	5	65	655	355	74	76387	+109
76	11.4	32.957	17.6	12.3	17.92	18.01	75	55.5	-4.3	27	77025	5	61	643	355	74	76597	-101
79	12.1	33.071	20.4	14.6	18.01	18.13	73	55.6	-4.2	27	76756	8	71	631	355	75	76326	+170
77	12.8	32.921	17.4	12.6	18.13	18.20	70	55.6	-4.1	27	77111	6	69	643	355	75	76673	-177
																<b>76496</b>		
78	3.0	33.041	18.6	13.6	18.16	18.35	65	55.6	-3.8	27	76827	7	66	654	355	74	76381	+100
76	4.3	32.959	16.8	12.0	18.43	18.51	65	55.6	-3.9	26	77020	5	62	643	355	74	76591	-110
79	5.1	33.077	19.0	13.5	18.51	18.57	65	55.6	-3.9	26	76741	7	73	631	355	75	76310	+171
77	5.8	32.934	17.5	12.5	18.57	18.58	65	55.6	-3.9	26	77079	6	70	643	355	75	76640	-159
																<b>76481</b>		
<b>7. Itzehoe. August 1 und 2.</b>																		
78	8.7	33 <sup>s</sup> .178	15.9	11.5	17.41 <sup>+</sup>	17.41 <sup>+</sup>	69	49.8	-3.8	23	76504	5	63	652	647	50	76381	+117
76	9.4	33.083	17.0	12.4	17.41	17.35	69	50.0	-3.8	23	76727	6	59	641	647	50	76618	-120
79	10.1	33.201	19.6	14.0	17.35	17.25	68	50.4	-3.8	24	76451	8	68	629	647	58	76335	+163
77	10.8	33.059	18.1	13.3	17.25	17.11	66	50.6	-3.6	25	76783	7	65	642	647	58	76658	-160
																<b>76498</b>		
78	9.2	33.173	20.0	14.4	16.93	16.95	72	54.0	-3.9	29	76516	8	62	656	647	50	76387	+115
76	9.9	33.082	20.0	14.5	16.95	17.07	72	54.3	-3.9	29	76729	8	57	645	647	50	76616	-114
79	10.6	33.197	21.8	15.6	17.07	17.16	72	54.4	-3.9	29	76460	9	67	633	647	58	76340	+162
77	11.3	33.054	20.0	14.5	17.16	17.28	72	54.6	-3.9	29	76795	8	65	645	647	58	76666	-164
																<b>76502</b>		
<b>August 2 und 3.</b>																		
78	8.9	33 <sup>s</sup> .171	19.3	13.6	17.34 <sup>+</sup>	17.37 <sup>+</sup>	72	56.5	-4.0	31	76521	7	62	657	633	50	76378	+114
76	9.7	33.080	19.9	14.5	17.37	17.27	72	56.6	-4.0	31	76734	8	58	646	633	50	76605	-113
79	10.3	33.195	20.0	14.8	17.27	17.27	72	56.8	-4.0	32	76464	8	67	635	633	58	76329	+163
77	10.9	33.052	17.9	12.8	17.27	17.22	72	57.0	-4.0	32	76800	6	65	647	633	58	76657	-165
																<b>76492</b>		
78	9.5	33.171	19.0	13.6	16.76	16.84	72	59.5	-3.9	36	76521	7	61	661	633	50	76375	+116
76	10.2	33.077	20.1	14.6	16.84	16.96	72	59.7	-3.9	36	76741	8	57	650	633	50	76609	-118
79	10.9	33.196	21.1	15.1	16.96	17.08	72	59.8	-3.9	36	76462	9	63	637	633	58	76328	+163
77	11.6	33.054	18.8	13.4	17.08	17.22	72	60.0	-3.9	36	76795	7	61	650	633	58	76652	-161
																<b>76491</b>		
<b>8. Barmstedt. August 7.</b>																		
78	3.0	33 <sup>s</sup> .182	18.4	13.4	17.68 <sup>+</sup>	17.68 <sup>+</sup>	72	53.4	-4.1	26	76494	7	64	654	618	47	76340	+121
76	3.7	33.089	20.0	14.6	17.68	17.76	72	53.4	-4.1	26	76713	8	60	643	618	47	76573	-112
79	5.9	33.206	17.5	12.5	17.88	17.88	72	53.4	-4.1	25	76439	6	70	630	618	47	76304	+157
77	5.1	33.063	18.5	13.3	17.82	17.86	72	53.4	-4.1	25	76774	7	68	642	618	47	76628	-167
																<b>76461</b>		

Pendel.Nr.	Genährtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Urzeitsekunden	Korrekturen wegen				Mittelschwingen	Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang			
78	10.0	33.179	18.0	13.0	16.97	16.99	73	53.9	-3.9	29	76501	6	62	656	618	47	76348	+118
76	10.7	33.086	19.0	14.0	16.99	17.03	72	53.9	-3.9	29	76720	7	57	645	618	47	76582	-116
79	11.4	33.203	17.5	12.8	17.03	17.27	72	53.9	-3.9	29	76446	6	67	633	618	47	76311	+155
77	12.1	33.065	17.6	12.6	17.27	17.47	72	53.9	-4.0	28	76769	6	66	644	618	47	76624	-158
																	<b>76466</b>	
78	2.8	33.184	17.5	12.5	17.88	18.14	70	53.6	-4.0	25	76490	6	66	653	618	47	76336	+121
76	3.5	33.089	19.0	13.8	18.14	18.36	65	53.5	-3.8	25	76713	7	62	642	618	47	76573	-116
79	4.2	33.206	18.0	12.8	18.36	18.68	60	53.4	-3.6	24	76439	6	74	629	618	47	76301	+156
77	4.9	33.068	17.5	12.5	18.68	18.92	58	53.5	-3.5	23	76763	6	71	640	618	47	76617	-160
																	<b>76457</b>	

August 7 und 8.

78	10.5	33.178	17.5	12.5	18.35	18.35	69	53.7	-4.0	24	76504	6	67	652	618	47	76350	+123
76	11.2	33.083	18.0	12.8	18.35	18.37	70	53.7	-4.1	24	76727	6	62	641	618	47	76589	-116
79	11.9	33.202	18.0	12.8	18.37	18.42	70	53.6	-4.1	24	76448	6	73	629	618	47	76311	+162
77	12.6	33.058	17.5	12.5	18.42	18.44	70	53.4	-4.1	24	76786	6	70	641	618	47	76640	-167
																	<b>76473</b>	
78	10.0	33.175	18.5	13.0	18.00	18.02	77	51.7	-4.4	22	76511	7	66	651	618	47	76358	+120
76	10.7	33.083	19.1	14.0	18.02	18.08	77	51.5	-4.4	22	76727	7	61	640	618	47	76590	-112
79	11.4	33.200	17.8	12.8	18.08	18.24	76	51.4	-4.4	21	76453	6	72	626	618	47	76320	+158
77	12.1	33.058	17.8	12.8	18.24	18.32	75	51.2	-4.4	21	76786	6	69	639	618	47	76643	-165
																	<b>76478</b>	

August 8 und 9.

78	10.3	33.172	19.5	13.5	18.04	18.08	75	52.8	-4.4	23	76518	7	66	652	618	47	76364	+123
76	11.6	33.078	19.3	14.3	18.14	18.14	76	52.9	-4.4	23	76739	8	61	641	618	47	76600	-113
79	12.3	33.197	17.8	12.5	18.14	18.24	77	53.0	-4.5	23	76460	6	72	629	618	47	76324	+163
77	1.0	33.051	17.5	12.5	18.24	18.30	77	53.2	-4.5	23	76803	6	69	641	618	47	76658	-171
																	<b>76487</b>	
78	8.9	33.170	19.5	12.5	15.70	15.72	83	54.9	-4.1	34	76523	7	57	659	618	47	76371	+121
76	9.9	33.076	18.8	13.5	15.72	15.86	82	55.1	-4.1	34	76744	7	53	648	618	47	76607	-115
79	10.6	33.196	17.8	12.8	15.86	15.98	81	55.2	-4.1	34	76462	6	63	636	618	47	76328	+164
77	11.3	33.050	17.3	12.3	15.98	16.14	79	55.3	-4.0	34	76805	6	61	648	618	47	76661	-169
																	<b>76492</b>	

Potsdam, Mittelkeller. 1912. August 19.

78	8.1	32.760	18.3	13.0	16.21	16.23	78	52.5	-4.0	30	77495	7	59	657	20	36	76716	+118
76	8.8	32.670	19.4	13.6	16.23	16.29	77	52.5	-4.0	29	77712	7	55	645	20	36	76949	-115
79	9.5	32.784	19.3	13.5	16.29	16.35	77	52.7	-4.0	29	77437	7	64	633	20	41	76672	+162
77	10.2	32.645	18.9	14.0	16.35	16.41	77	52.9	-4.0	29	77772	7	62	645	20	41	76997	-163
																	<b>76834</b>	
78	11.0	32.763	19.5	14.3	16.42	16.47	77	52.8	-4.0	29	77488	7	60	656	20	36	76709	+126
76	11.7	32.670	19.1	14.0	16.47	16.53	77	52.7	-4.0	29	77712	7	56	645	20	36	76948	-113
79	12.4	32.784	20.0	14.4	16.53	16.55	77	52.5	-4.0	29	77437	8	65	633	20	41	76670	+165
77	1.2	32.640	18.6	12.4	16.55	16.57	77	52.4	-4.0	28	77785	6	63	644	20	41	77011	-176
																	<b>76835</b>	

Pendel-Nr.	Gemähltes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Urgang			Mit-schwingen
<b>August 20.</b>																		
78	7.8	32.757	19.3	14.0	+16.33	+16.35	80	50.6	-4.1	27	77502	8	59	654	21	36	76724	+115
76	8.5	32.671	19.3	13.6	16.35	16.39	80	50.9	-4.1	27	77710	7	55	643	21	36	76948	-109
79	9.2	32.784	19.8	14.3	16.39	16.45	80	51.2	-4.2	27	77437	8	65	631	21	41	76671	+168
77	9.9	32.640	18.6	13.3	16.45	16.49	80	51.5	-4.2	27	77785	7	62	643	21	41	77011	-172
													<b>76839</b>					
78	10.8	32.757	20.0	12.5	16.49	16.55	80	51.7	-4.2	27	77502	7	60	654	21	36	76724	+111
76	11.5	32.671	19.3	14.0	16.55	16.59	80	51.8	-4.2	27	77710	8	56	643	21	36	76946	-111
79	12.2	32.786	20.0	14.3	16.59	16.63	80	52.0	-4.2	27	77433	8	65	631	21	41	76667	+168
77	12.9	32.643	19.0	13.2	16.63	16.69	80	52.2	-4.2	28	77777	7	63	644	21	41	77001	-166
													<b>76835</b>					
<b>August 21.</b>																		
78	8.1	32.757	19.5	14.4	+16.39	+16.43	80	51.2	-4.2	27	77502	8	60	654	22	36	76722	+114
76	8.8	32.671	19.3	14.0	16.43	16.47	80	51.4	-4.2	27	77710	8	55	643	22	36	76946	-110
79	9.5	32.781	20.0	14.5	16.47	16.51	80	51.5	-4.2	27	77445	8	65	631	22	41	76678	+158
77	10.2	32.645	18.5	13.3	16.51	16.55	80	51.7	-4.2	27	77772	7	63	643	22	41	76996	-160
													<b>76836</b>					
78	10.9	32.761	20.0	14.8	16.55	16.59	80	51.7	-4.2	27	77493	8	60	654	22	36	76713	+124
76	11.6	32.666	19.5	14.4	16.59	16.62	80	51.9	-4.2	27	77722	8	56	643	22	36	76957	-120
79	12.3	32.787	20.0	14.4	16.62	16.66	80	52.0	-4.2	27	77430	8	66	631	22	41	76662	+175
77	1.0	32.637	18.8	14.0	16.66	16.71	80	51.9	-4.2	27	77792	7	63	643	22	41	77016	-179
													<b>76837</b>					
<b>August 22.</b>																		
78	8.1	32.757	19.5	14.3	+16.23	+16.23	75	52.8	-3.9	30	77502	8	59	657	21	36	76721	+112
76	8.8	32.668	19.3	13.9	16.23	16.29	75	52.6	-3.9	30	77717	8	55	645	21	36	76952	-119
79	9.5	32.788	20.0	14.6	16.29	16.35	74	52.4	-3.8	29	77428	8	64	633	21	41	76661	+172
77	10.2	32.644	18.6	13.8	16.35	16.41	72	52.2	-3.7	29	77775	7	62	645	21	41	76999	-166
													<b>76833</b>					
78	10.9	32.762	20.0	14.3	16.41	16.47	73	52.1	-3.8	29	77490	8	60	656	21	36	76709	+120
76	11.6	32.670	20.0	12.5	16.47	16.53	73	51.7	-3.8	28	77712	8	56	644	21	36	76947	-118
79	12.5	32.787	20.0	14.4	16.53	16.54	73	51.2	-3.8	27	77430	8	65	631	21	41	76664	+165
77	1.5	32.646	18.8	13.6	16.54	16.59	74	50.9	-3.9	26	77770	7	63	643	21	41	76995	-166
													<b>76829</b>					
<b>August 23.</b>																		
78	8.0	32.761	19.3	14.1	+16.21	+16.21	75	52.4	-3.9	29	77493	8	59	656	21	36	76713	+119
76	8.7	32.673	20.0	14.4	16.21	16.25	75	52.6	-3.9	30	77705	8	55	645	21	36	76940	-108
79	9.4	32.784	20.0	14.6	16.25	16.31	75	52.6	-3.9	30	77437	8	64	633	21	41	76670	+162
77	10.1	32.642	19.0	13.8	16.31	16.34	75	52.5	-3.9	29	77780	7	62	645	21	41	77004	-172
													<b>76832</b>					
78	10.9	32.758	20.0	15.0	16.34	16.39	75	52.5	-3.9	29	77500	8	59	656	21	36	76720	+108
76	11.6	32.672	19.3	14.4	16.39	16.43	75	52.5	-3.9	29	77707	8	55	645	21	36	76942	-114
79	12.5	32.785	20.0	13.4	16.43	16.47	75	52.5	-3.9	29	77435	8	65	633	21	41	76667	+161
77	1.2	32.650	18.9	13.6	16.47	16.51	75	52.3	-3.9	29	77760	7	62	645	21	41	76984	-156
													<b>76828</b>					

## § 6. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler.

### *Zusammenstellung der einzelnen Schwingungszeiten.*

An die Schwingungszeiten in Potsdam ist die Reduktion auf Pfeiler 31 des Pendelsaales mit  $+ 3^s \times 10^{-7}$  angebracht.

Tabelle I.

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		M <sub>P</sub>	
			Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v
Potsdam		1	0. <sup>s</sup> 5076709	+ 8	0. <sup>s</sup> 5076942	- 3	0. <sup>s</sup> 5076678	+ 1	0. <sup>s</sup> 5077007	- 4	0. <sup>s</sup> 5076834	+ 1
		2	6724	- 7	6949	- 10	6675	+ 4	6998	+ 5	6837	- 2
		3	6712	+ 5	6948	- 9	6675	+ 4	7002	+ 1	6834	+ 1
		4	6714	+ 3	6954	- 15	6673	+ 6	7001	+ 2	6836	- 1
		5	6720	- 3	6952	- 13	6681	- 2	7002	+ 1	6839	- 4
		6	6717	0	6942	- 3	6685	- 6	6999	+ 4	6836	- 1
		7	6721	- 4	6928	+ 11	6680	- 1	7005	- 2	6834	+ 1
		8	6718	- 1	6924	+ 15	6685	- 6	7011	- 8	6835	0
		9	6721	- 4	6926	+ 13	6684	- 5	7008	- 5	6835	0
		10	6718	- 1	6929	+ 10	6675	+ 4	7001	+ 2	6831	+ 4
		Mittelwerte und [v]		0.5076717	190	0.5076939	1208	0.5076679	187	0.5077003	160	0.5076835
1 Rödding		1	0.5075976	+ 5	0.5076173	+ 9	0.5075931	+ 1	0.5076260	+ 1	0.5076085	+ 4
		2	5985	- 4	6191	- 9	5929	+ 1	6261	0	6092	- 3
		Mittelwerte und [v]		0.5075981	41	0.5076182	162	0.5075930	2	0.5076261	1	0.5076089
2 Lügumkloster		1	0.5076012	+ 11	0.5076240	+ 6	0.5075972	+ 6	0.5076303	+ 3	0.5076132	+ 7
		2	6031	- 8	6251	- 5	5981	- 3	6308	- 2	6143	- 4
		3	6019	+ 4	6247	- 1	5975	+ 3	6301	+ 5	6136	+ 3
		4	6030	- 7	6247	- 1	5983	- 5	6311	- 5	6143	- 4
		Mittelwerte und [v]		0.5076023	250	0.5076246	63	0.5075978	79	0.5076306	63	0.5076139
3 Leck		1	0.5076137	- 8	0.5076378	- 3	0.5076101	- 11	0.5076430	- 7	0.5076262	- 8
		2	6138	- 9	6384	- 9	6093	- 3	6430	- 7	6261	- 7
		3	6114	+ 15	6363	+ 12	6078	+ 12	6408	+ 15	6241	+ 13
		4	6127	+ 2	6376	- 1	6088	+ 2	6422	+ 1	6253	+ 1
		Mittelwerte und [v]		0.5076129	374	0.5076375	235	0.5076090	278	0.5076423	324	0.5076254
4 Husum		1	0.5076200	- 1	0.5076428	+ 2	0.5076147	0	0.5076477	- 2	0.5076313	0
		2	6197	+ 2	6432	- 2	6151	- 4	6477	- 2	6314	- 1
		3	6198	+ 1	6429	+ 1	6148	- 1	6473	+ 2	6312	+ 1
		4	6199	0	6429	+ 1	6141	+ 6	6474	+ 1	6311	+ 2
		Mittelwerte und [v]		0.5076199	4	0.5076430	10	0.5076147	53	0.5076475	13	0.5076313
5 Heide		1	0.5076253	- 5	0.5076492	- 3	0.5076195	+ 5	0.5076541	- 2	0.5076370	- 1
		2	6254	- 6	6494	- 5	6200	0	6542	- 3	6373	- 4
		3	6234	+ 14	6479	+ 10	6201	- 1	6529	+ 10	6361	+ 8
		4	6249	- 1	6489	0	6205	- 5	6543	- 4	6372	- 3
		Mittelwerte und [v]		0.5076248	258	0.5076489	134	0.5076200	51	0.5076539	129	0.5076369
6 Eddelack		1	0.5076373	+ 7	0.5076602	- 5	0.5076323	- 3	0.5076640	+ 11	0.5076485	+ 2
		2	6387	- 7	6597	0	6326	- 6	6673	- 22	6496	- 9
		3	6381	- 1	6591	+ 6	6310	+ 10	6640	+ 11	6481	+ 6
		Mittelwerte und [v]		0.5076380	99	0.5076597	61	0.5076320	145	0.5076651	726	0.5076487

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		MP	
			Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v
7	Itzehoe	1	0.5076381	— 1	0.5076618	— 6	0.5076335	— 2	0.5076658	0	0.5076498	— 2
		2	6387	— 7	6616	— 4	6340	— 7	6666	— 8	6502	— 6
		3	6378	+ 2	6605	+ 7	6329	+ 4	6657	+ 1	6492	+ 4
		4	6375	+ 5	6609	+ 3	6328	+ 5	6652	+ 6	6491	+ 5
		Mittelwerte und [v]	0.5076380	79	0.5076612	110	0.5076333	94	0.5076658	101	0.5076496	81
8	Barmstedt	1	0.5076340	+ 12	0.5076573	+ 15	0.5076304	+ 10	0.5076628	+ 11	0.5076461	+ 12
		2	6348	+ 4	6582	+ 6	6311	+ 3	6624	+ 15	6466	+ 7
		3	6336	+ 16	6573	+ 15	6301	+ 13	6617	+ 22	6457	+ 16
		4	6350	+ 2	6589	— 1	6311	+ 3	6640	— 1	6473	0
		5	6358	— 6	6590	— 2	6320	— 6	6643	— 4	6478	— 5
		6	6364	— 12	6600	— 12	6324	— 10	6658	— 19	6487	— 14
		7	6371	— 19	6607	— 19	6328	— 14	6661	— 22	6492	— 19
		Mittelwerte und [v]	0.5076352	961	0.5076588	996	0.5076314	619	0.5076639	1692	0.5076473	1031
Potsdam	Potsdam	1	0.5076719	+ 1	0.5076952	— 1	0.5076675	— 4	0.5077000	+ 4	0.5076837	0
		2	6712	+ 8	6951	0	6673	— 2	7014	— 10	6838	— 1
		3	6727	— 7	6951	0	6674	— 3	7014	— 10	6842	— 5
		4	6727	— 7	6949	+ 2	6670	+ 1	7004	0	6838	— 1
		5	6725	— 5	6949	+ 2	6681	— 10	6999	+ 5	6839	— 2
		6	6716	+ 4	6960	— 9	6665	+ 6	7019	— 15	6840	— 3
		7	6724	— 4	6955	— 4	6664	+ 7	7002	+ 2	6836	+ 1
		8	6712	+ 8	6950	+ 1	6667	+ 4	6998	+ 6	6832	+ 5
		9	6716	+ 4	6943	+ 8	6673	— 2	7007	— 3	6835	+ 2
		10	6723	— 3	6945	+ 6	6670	+ 1	6987	+ 17	6831	+ 6
Mittelwerte und [v]	0.5076720	309	0.5076951	207	0.5076671	236	0.5077004	804	0.5076837	106		

Als durchschnittlichen mittleren Fehler für die einmalige Beobachtung der Schwingungszeit eines einzelnen Pendels und eines mittleren Pendels erhält man nach der vorstehenden Tabelle aus 52 Einzelwerten in 10 Gruppenmitteln die folgenden Werte in Einheiten der 7. Dezimalstelle

$$m'_{78} = \pm 7.8; \quad m'_{76} = \pm 8.7; \quad m'_{79} = \pm 6.4; \quad m'_{77} = \pm 9.8; \\ m'_I = \pm 6.7 \text{ für die Einzelbeobachtung und } m_I = \pm 4.8$$

für das Tagesmittel. Diese Werte sind stark beeinflusst von den hohen Summen der Fehlerquadrate auf der Station *Barmstedt*, wo sich die Beobachtung bei nur 2 Zeitbestimmungen auf 3 Tage erstreckte. Schließt man diese Station von der Berechnung aus, so gelangt man bei 45 Einzelwerten in 9 Gruppenmitteln zu folgenden Werten in Einheiten der 7. Dezimalstelle:

$$m''_{78} = \pm 6.7; \quad m''_{76} = \pm 7.8; \quad m''_{79} = \pm 5.6; \quad m''_{77} = \pm 8.0; \\ m''_I = \pm 4.8 \text{ für die Einzelbeobachtung und wieder } m_I = \pm 3.4$$

für das Tagesmittel. Beide Reihen sind voll beeinflusst von den Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr und der Änderungen der Pendel auf der Station. Die Schwankungen des Uhranges können bei den Beobachtungen in *Potsdam*, wo die vorzüglich aufgestellte und auch sonst sehr

gut gehende Pendeluhr RIEFLER Nr. 96 benutzt wurde, als sehr klein angesehen werden. Größer ist dieser Einfluß auf den Außenstationen. Jedoch hat auch hier die Anordnung der Beobachtungen in 12stündigen Zwischenzeiten diese systematisch wirkende Fehlerquelle fast zum Verschwinden gebracht.

Für die beiden vorstehenden Fehlerreihen berechnen wir jetzt die systematischen und zufälligen Fehler, indem wir die Seite 69 angegebenen Gleichungen zugrunde legen. Wir erhalten für die erste Reihe bei Einschluß von *Barmstedt*

$$\left. \begin{aligned} \mu^2 + \kappa^2 &= \frac{11508}{4 \times 42} \\ \frac{\mu^2}{4} + \kappa^2 &= \frac{1874}{42} \end{aligned} \right\} \mu = \pm 5.6 \text{ und } \kappa = \pm 6.1;$$

Weiterhin werden wir nur diesen Wert von  $\mu$  verwenden, weil bei den späteren Betrachtungen auch immer alle Stationen behandelt sind. Für die zweite Reihe bei Ausschluß von *Barmstedt* wird:

$$\left. \begin{aligned} \mu'^2 + \kappa'^2 &= \frac{7240}{4 \times 36} \\ \frac{\mu'^2}{4} + \kappa'^2 &= \frac{843}{36} \end{aligned} \right\} \mu' = \pm 6.0 \text{ und } \kappa' = \pm 3.8.$$

Zusammenstellung der Schwingungs-  
Tabelle II.

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]
1	Rödding .....	1	0 <sup>h</sup> .5075981	41	0 <sup>h</sup> .5076182	162
2	Lügumkloster .....	1	0.5076022	181	0.5076246	61
		2	6025	61	6247	0
			0.5076023		0.5076246	
3	Leck .....	1	0.5076138	1	0.5076381	18
		2	6121	85	6370	85
			0.5076129		0.5076375	
4	Husum .....	1	0.5076199	5	0.5076430	8
		2	6199	1	6429	0
			0.5076199		0.5076430	
5	Heide .....	1	0.5076254	1	0.5076493	2
		2	6242	113	6484	50
			0.5076248		0.5076489	



Es zeigt sich, daß die systematischen Fehler merklich kleiner geworden sind. Die zufälligen Fehler sind nahezu von der gleichen Größe geblieben.

In der folgenden Tabelle stellen wir für die Außenstationen die Tagesmittel der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel und des mittleren Pendels mit den Summen der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte vom Tagesmittel zusammen. Dabei bleiben die Reservereihen außer Betracht.

Die Summen der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte vom Tagesmittel sind für das mittlere Pendel wieder auf zwei Weisen abgeleitet.  $[vv]_{II}$  stellen die Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte vom Tagesmittel dar, wie sie beobachtet wurden.  $[vv]_{III}$  stellen diese Summen dar nach Reduktion der Tagesreihen auf die Mitten der Beobachtungszeiten, indem man die ersten beiden Abendpendel mit den letzten beiden Morgenpendeln und die letzten beiden Abendpendel mit den ersten beiden Morgenpendeln zusammenfaßte. Diese so gebildeten Werte sind dann frei von den täglichen Schwankungen der Beobachtungsuhr. *Potsdam* habe ich von diesen Berechnungen ausgeschlossen, weil ich mich dort in Anbetracht der guten Uhr nicht an das Schema der Beobachtung in 12stündigen Zwischenzeiten gehalten habe. Die mittleren Fehler der Beobachtungen für *Potsdam* werden gesondert berechnet.

*zeiten in Tagesmitteln.*

Tabelle II.

Nr. 79		Nr. 77		MP			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	$[vv]$	Schwingungszeit	$[vv]$	Schwingungszeit	$[vv]_{II}$	$[vv]_{III}$	
0 <sup>s</sup> .5075930	2	0 <sup>s</sup> .5076261	1	0 <sup>s</sup> .5076889	25	25	2
0.5075977	41	0.5076306	13	0.5076138	61	8	2
5979	32	6306	50	6139	25	2	2
<u>0.5075978</u>		<u>0.5076306</u>		<u>0.5076139</u>			
0.5076097	32	0.5076430	0	0.5076262	1	5	2
6083	50	6415	98	6247	72	0	2
<u>0.5076090</u>		<u>0.5076423</u>		<u>0.5076254</u>			
0.5076149	8	0.5076477	0	0.5076314	1	1	2
6145	25	6474	1	6312	1	1	2
<u>0.5076147</u>		<u>0.5076475</u>		<u>0.5076313</u>			
0.5076198	13	0.5076542	1	0.5076372	5	1	2
6203	8	6536	98	6367	61	2	2
<u>0.5076200</u>		<u>0.5076539</u>		<u>0.5076369</u>			

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v]
6	Eddelack .....	1	0. <sup>s</sup> 5076377	32	0. <sup>s</sup> 5076597	61
		2	6387	.	6597	.
			<u>0.5076380</u>		<u>0.5076597</u>	
7	Itzehoe .....	1	0.5076384	18	0.5076617	2
		2	6377	5	6607	8
			<u>0.5076380</u>		<u>0.5076612</u>	
8	Barmstedt .....	1	0.5076338	8	0.5076573	0
		2	6348	.	6582	.
		3	6354	32	6590	1
		4	6368	25	6604	25
		<u>0.5076352</u>		<u>0.5076588</u>		

Aus 30 Einzelwerten in 15 Gruppenmitteln erhält man für eine einmalige Beobachtung der Schwingungszeit eines Pendels und deren Tagesmittel die mittleren Fehler:

$$\begin{aligned}
 m'_{78} &= \pm 6.6 \times 10^{-7} & m'_{76} &= \pm 5.7 \times 10^{-7} \\
 m_{78} &= \pm 4.7 \times 10^{-7} & m_{76} &= \pm 4.1 \times 10^{-7} \\
 m'_{79} &= \pm 4.9 \times 10^{-7} & m'_{77} &= \pm 5.0 \times 10^{-7} \\
 m_{79} &= \pm 3.5 \times 10^{-7} & m_{77} &= \pm 3.6 \times 10^{-7}
 \end{aligned}$$

Der mittlere Fehler der Schwingungszeit eines mittleren Pendels wird

$$m'_{II} = \pm 4.5 \times 10^{-7}$$

und der mittlere Fehler eines Tagesmittels ist  $m_{II} = \pm 3.2 \times 10^{-7}$ .

Eine Trennung der zufälligen Fehler von den systematischen gibt:

$$\mu'' = \pm 3.7 \times 10^{-7} \quad \text{und} \quad \alpha'' = \pm 4.1 \times 10^{-7}.$$

Der systematische Fehler  $\alpha''$  ist von nahezu gleicher Größe wie der auf Seite 94 mit Ausschluß von *Barmstedt* abgeleitete  $\alpha'$ , so daß man schließen kann, daß auch die Station *Barmstedt* trotz der größeren Abweichungen der Einzelwerte genügend von systematischen Fehlern befreit ist. Man sieht das auch an einer Vergleichung des Tagesmittels des zweiten Tages mit dem Mittel des ersten und dritten Tages. Es wird für die

$$\begin{array}{ll}
 \text{Tagesreihen } \frac{1+4}{2}: & \text{Nr. 78} = 0.5076353 \quad \text{Tagesreihe 3: Nr. 78} = 0.5076354 \\
 & \text{Nr. 76} = 0.5076589 \quad \text{Nr. 76} = 0.5076590 \\
 & \text{Nr. 79} = 0.5076315 \quad \text{Nr. 79} = 0.5076316 \\
 & \text{Nr. 77} = 0.5076642 \quad \text{Nr. 77} = 0.5076642.
 \end{array}$$

Für die auf die Mitte der Beobachtungszeiten reduzierten Schwingungszeiten des mittleren Pendels ergibt sich für die Beobachtung eines mittleren Pendels der mittlere Fehler

$$m'_{III} = \pm 2.0 \times 10^{-7} \quad \text{und} \quad m_{III} = \pm 1.4 \times 10^{-7}$$

Nr. 79		Nr. 77		MP			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v] II	[v v] III	
0.5076317 6326 <u>0.5076320</u>	85 .	0.5076640 6673 <u>0.5076651</u>	0 .	0.5076483 6496 <u>0.5076487</u>	8 .	5 .	2 1
0.5076338 6329 <u>0.5076333</u>	13 1	0.5076662 6655 <u>0.5076658</u>	32 13	0.5076500 6492 <u>0.5076496</u>	8 1	2 2	2 2
0.5076303 6311 6316 6326 <u>0.5076314</u>	5 . 41 8	0.5076623 6624 6642 6660 <u>0.5076639</u>	61 . 5 5	0.5076459 6466 6476 6490 <u>0.5076473</u>	8 . 13 13	2 . 1 2	2 1 2 2

als mittlerer Fehler einer Doppelbeobachtung. Dieser Wert ist also frei von systematisch wirkenden Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr und wird unserer Fehlerberechnung beim Endergebnis zugrunde gelegt werden. Eine Schätzung des Einflusses der Schwankungen des täglichen Uhranges gibt:

$$m_{st} = \sqrt{m_{II}^2 - m_{III}^2} = \pm 2.9 \times 10^{-7}.$$

### §. 7. Einfluß der Veränderlichkeit der Pendel auf die Unterschiede Potsdam weniger Außenstation.

Die Anschlußmessungen vor Beginn und nach Schluß der Beobachtungsreihe ergeben in *Potsdam* für die einzelnen Pendel und für das mittlere Pendel die folgenden Werte:

	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	MP
I	0.5076717	0.5076939	0.5076679	0.5077003	0.5076835
II	0.5076720	0.5076951	0.5076671	0.5077004	0.5076837
II—I	+ 3	+ 12	- 2	+ 1	+ 2

Die Änderung der Pendel ist gering gewesen. Um ihren Einfluß auf die Bestimmung des Unterschiedes zwischen *Potsdam* und einer Außenstation festzustellen, gehen wir wieder aus von den Unterschieden der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel gegen die des mittleren Pendels. Für jeden der vier Unterschiede wird aus allen vorliegenden Beobachtungen das Mittel und die Abweichungen gegen das Gesamtmittel gebildet. Diese Werte sind quadriert und die Summen gebildet, wie die folgende Tabelle zeigt, in welcher auch gleich die Mittelwerte der Einzelunterschiede für jede Station hingeschrieben sind, weil wir diese später brauchen werden.

*Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel  
gegen das mittlere Pendel.*

Nummer der Station	Station	Nummer der Beobachtung	Unterschiede mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzel- unterschiede vom Gesamt- mittel aller Beobachtungen			
			Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
1	Potsdam .....	1	+ 125	- 108	+ 156	- 173	- 8	- 4	+ 6	+ 6
		2	+ 113	- 112	+ 162	- 161	+ 4	0	0	- 6
		3	+ 122	- 114	+ 159	- 168	- 5	+ 2	+ 3	+ 1
		4	+ 122	- 118	+ 163	- 165	- 5	+ 6	- 1	- 2
		5	+ 119	- 113	+ 158	- 163	- 2	+ 1	+ 4	- 4
		6	+ 119	- 106	+ 151	- 163	- 2	- 6	+ 11	- 4
		7	+ 113	- 94	+ 154	- 171	+ 4	- 18	+ 8	+ 4
		8	+ 117	- 89	+ 150	- 176	0	- 23	+ 12	+ 9
		9	+ 114	- 91	+ 151	- 173	+ 3	- 21	+ 11	+ 6
		10	+ 113	- 98	+ 156	- 170	+ 4	- 14	+ 6	+ 3
		Mittelwerte und [v v]		+ 118	- 104	+ 156	- 168	179	1583	548
1	Rödding .....	1	+ 109	- 88	+ 154	- 175	+ 8	- 24	+ 8	+ 8
		2	+ 107	- 99	+ 163	- 169	+ 10	- 13	- 1	+ 2
		Mittelwerte und [v v]		+ 108	- 94	+ 159	- 172	164	745	65
2	Lügumkloster.....	1	+ 120	- 108	+ 160	- 171	- 3	- 4	+ 2	+ 4
		2	+ 112	- 108	+ 162	- 165	+ 5	- 4	0	- 2
		3	+ 117	- 111	+ 161	- 165	0	- 1	+ 1	- 2
		4	+ 113	- 104	+ 160	- 168	+ 4	- 8	+ 2	+ 1
		Mittelwerte und [v v]		+ 116	- 108	+ 161	- 168	50	97	9
3	Leck.....	1	+ 125	- 116	+ 161	- 168	- 8	+ 4	+ 1	+ 1
		2	+ 123	- 123	+ 168	- 169	- 6	+ 11	- 6	+ 2
		3	+ 127	- 122	+ 163	- 167	- 10	+ 10	- 1	0
		4	+ 126	- 123	+ 165	- 169	- 9	+ 11	- 3	+ 2
		Mittelwerte und [v v]		+ 125	- 121	+ 164	- 168	281	358	47
4	Husum .....	1	+ 113	- 115	+ 166	- 164	+ 4	+ 3	- 4	- 3
		2	+ 117	- 118	+ 163	- 163	0	+ 6	- 1	- 4
		3	+ 114	- 117	+ 164	- 161	+ 3	+ 5	- 2	- 6
		4	+ 112	- 118	+ 170	- 163	+ 5	+ 6	- 8	- 4
		Mittelwerte und [v v]		+ 114	- 117	+ 166	- 163	50	106	85
5	Heide.....	1	+ 117	- 122	+ 175	- 171	0	+ 10	- 13	+ 4
		2	+ 119	- 121	+ 173	- 169	- 2	+ 9	- 11	+ 2
		3	+ 127	- 118	+ 160	- 168	- 10	+ 6	+ 2	+ 1
		4	+ 123	- 117	+ 167	- 171	- 6	+ 5	- 5	+ 4
		Mittelwerte und [v v]		+ 122	- 120	+ 169	- 170	140	242	319
6	Eddelack.....	1	+ 112	- 117	+ 162	- 155	+ 5	+ 5	0	- 12
		2	+ 109	- 101	+ 170	- 177	+ 8	- 11	- 8	+ 10
		3	+ 100	- 110	+ 171	- 159	+ 17	- 2	- 9	- 8
		Mittelwerte und [v v]		+ 107	- 109	+ 168	- 164	378	150	145
7	Itzehoe .....	1	+ 117	- 120	+ 163	- 160	0	+ 8	- 1	- 7
		2	+ 115	- 114	+ 162	- 164	+ 2	+ 2	0	- 3
		3	+ 114	- 113	+ 163	- 165	+ 3	+ 1	- 1	- 2
		4	+ 116	- 118	+ 163	- 161	+ 1	+ 6	- 1	- 6
		Mittelwerte und [v v]		+ 116	- 116	+ 163	- 163	14	105	3

Nummer der Station	Station	Nummer der Beobachtung	Unterschiede Mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzel- unterschiede vom Gesamt- mittel aller Beobachtungen			
			Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
			8	Barmstedt.....	1	+ 121	- 112	+ 157	- 167	- 4
		2	+ 118	- 116	+ 155	- 158	- 1	+ 4	+ 7	- 9
		3	+ 121	- 116	+ 156	- 160	- 4	+ 4	+ 6	- 7
		4	+ 123	- 116	+ 162	- 167	- 6	+ 4	0	0
		5	+ 120	- 112	+ 158	- 165	- 3	0	+ 4	- 2
		6	+ 123	- 113	+ 163	- 171	- 6	+ 1	- 1	+ 4
		7	+ 121	- 115	+ 164	- 169	- 4	+ 3	- 2	+ 2
	Mittelwerte und [vv]		+ 121	- 114	+ 159	- 165	130	58	131	154
	Potsdam.....	1	+ 118	- 115	+ 162	- 163	- 1	+ 3	0	- 4
		2	+ 126	- 113	+ 165	- 176	- 9	+ 1	- 3	+ 9
		3	+ 115	- 109	+ 168	- 172	+ 2	- 3	- 6	+ 5
		4	+ 111	- 111	+ 168	- 166	+ 6	- 1	- 6	- 1
		5	+ 114	- 110	+ 158	- 160	+ 3	- 2	+ 4	- 7
		6	+ 124	- 120	+ 175	- 179	- 7	+ 8	- 13	+ 12
		7	+ 112	- 119	+ 172	- 166	+ 5	+ 7	- 10	- 1
		8	+ 120	- 118	+ 165	- 166	- 3	+ 6	- 3	- 1
		9	+ 119	- 108	+ 162	- 172	- 2	- 4	0	+ 5
		10	+ 108	- 114	+ 161	- 156	+ 9	+ 2	+ 1	- 11
	Mittelwerte und [vv]		+ 117	- 114	+ 166	- 168	299	193	376	464
	Gesamtmittel und [vv]		+ 117	- 112	+ 162	- 167				

Aus den Abweichungen der Einzelunterschiede von dem Gesamtmittel aller Beobachtungen ergeben sich für die Summen der Quadrate dieser Abweichungen die Werte

$$[vv]_{78} = 1685; [vv]_{76} = 3637; [vv]_{79} = 1728; [vv]_{77} = 1491.$$

Der mittlere Fehler für die Beobachtung der Schwingungszeit eines Pendels ergibt sich nach den Regeln der Methode der kleinsten Quadrate:

$$m'_{IV} = \frac{\Sigma [vv]_i}{4n - (n + 3)}, \text{ wo } i = 78, 76, 79, 77, n = 52.$$

Nach Einsetzen der Zahlenwerte wird

$$m'_{IV} = \frac{8541}{153}, \quad m'_{IV} = \pm 7.47 \times 10^{-7}.$$

Vergleicht man diesen mittleren Fehler mit dem auf Seite 93 abgeleiteten  $m'_I = \pm 6.7$ , so sieht man, daß der Unterschied beider Werte nicht allzu groß erscheint. Für  $m''_I = \pm 4.8$  ist der Unterschied erheblicher.  $m'_I$  war bekanntlich so groß geworden durch den Einfluß der über drei Tage mit nur zwei Zeitbestimmungen ausgedehnten Beobachtungen auf der Station *Barmstedt*. Der mittlere Fehler  $m'_{IV}$  muß stets größer sein, weil in ihm außer den in  $m'_I$  auch zum Spruch kommenden Fehlern noch der Einfluß der Veränderung der Pendel von Station zu Station eingeht.

Um den Einfluß der Veränderung der Pendel auf den mittleren Fehler der Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation zu bestimmen, setzen wir wieder an:

$$\lambda_m^2 = m_{IV}^2 - m_{III}^2 = 3.74^2 - 2.0^2 = 9.99.$$

Für *Potsdam*, wo doppelter Anschluß ist, muß man setzen

$$^{1/2} \lambda_m^2 = 5.00,$$

und für den Unterschied einer Außenstation mit *Potsdam*

$$^{3/2} \lambda_m^2 = \lambda^2 = 14.99.$$

Für die zweite Ableitung des Einflusses der Veränderlichkeit der Pendel gehen wir wieder aus von den Mittelwerten der Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel gegen die des mittleren Pendels für jede Station. Es ist wieder mit  $r$  die Anzahl der Stationen, mit  $\lambda$  der Einfluß der Veränderung des einzelnen Pendels, mit  $\mu$  der mittlere Fehler einer Schwingungszeit eines Pendels frei von dem Einfluß der Veränderung und frei von systematischen Fehlern bezeichnet, so daß

$$[vv] = 3 \frac{r-1}{r} \cdot \mu^2 \sum \frac{1}{n} + 3(r-1)\lambda^2 \text{ wird.}$$

Nummer der Station	Station	Die Stationsmittelwerte der Unterschiede				Anzahl der Beob- ach- tun- gen $n$	Abweichungen der Einzelwerte vom Gesamtmittel				[ $vv$ ]	$\frac{1}{n}$
		$M_{P-78}$	$M_{P-76}$	$M_{P-79}$	$M_{P-77}$		$v_{78}$	$v_{76}$	$v_{79}$	$v_{77}$		
1	Potsdam	+ 118	- 104	+ 156	- 168	10	- 2	- 8	+ 7	+ 1	118	0.100
2	Rödding	+ 108	- 94	+ 159	- 172	2	+ 8	- 18	+ 4	+ 5	429	0.500
3	Lügum- kloster	+ 116	- 108	+ 161	- 168	4	0	- 4	+ 2	+ 1	21	0.250
4	Leck	+ 125	- 121	+ 164	- 168	4	- 9	+ 9	- 1	+ 1	164	0.250
5	Husum	+ 114	- 117	+ 166	- 163	4	+ 2	+ 5	- 3	- 4	54	0.250
6	Heide	+ 122	- 120	+ 169	- 170	4	- 6	+ 8	- 6	+ 3	145	0.250
7	Eddelack	+ 107	- 109	+ 168	- 164	3	+ 9	- 3	- 5	- 3	124	0.333
8	Itzehoe	+ 116	- 116	+ 163	- 163	4	0	+ 4	0	- 4	32	0.250
9	Barmstedt	+ 121	- 114	+ 159	- 165	7	- 5	+ 2	+ 4	- 2	49	0.143
10	Potsdam	+ 117	- 114	+ 166	- 168	10	- 1	+ 2	- 3	+ 1	15	0.100
Mittelwert		+ 116	- 112	+ 163	- 167		$\Sigma$				1151	2.426

Den Wert für  $\mu$  nehmen wir von Seite 96 zu  $\pm 3.7$  an. Setzen wir nun die Werte der Tabelle in die Formel ein, so erhalten wir:

$$1151 = \frac{27}{10} \times 3.7^2 \times 2.426 + 27 \lambda^2$$

$$\lambda^2 = 39.31$$

$$\lambda_m^2 = \frac{\lambda^2}{4} = 9.81.$$

Wird wie vorhin für *Potsdam*  $\frac{1}{2} \lambda_m^2 = 4.91$  gesetzt, so erhalten wir als quadratischen Einfluß der Veränderung des mittleren Pendels auf den Unterschied *Potsdam* weniger Außenstation

$$\frac{3}{2} \lambda_m^2 = 14.72.$$

Aus der ersten Berechnung folgt

$$\frac{3}{2} \lambda_m^2 = 14.99.$$

Wir nehmen als definitiven Wert das Mittel der beiden Werte 14.86 an.

Die Anwendung des *ABBE-HELMERTS*chen *Kriteriums* auf die obigen Fehlerreihen ergibt für:

Nr. 78	0.75 $\pm$ 0.33
„ 76	1.73 $\pm$ 0.33
„ 79	2.16 $\pm$ 0.33
„ 77	1.05 $\pm$ 0.33.

Systematisch wirkende Fehler sind nur in den Reihen der Pendel Nr. 76 und Nr. 79 angezeigt.

### § 8. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperaturkoeffizienten.

Die Beobachtungen sind auf den einzelnen Stationen ausgeführt bei den folgenden mittleren Temperaturen und Dichten:

Station	$t$	$D$		$t$	$D$	$\Delta t$	$\Delta D$
Potsdam	15.43	0.933					
Rödning	18.70	0.933	Potsdam weniger Station	-3.27	0.000	$\pm 0.3$	$\pm 0.00$
Lügumkloster	18.92	0.936	„ „ „	-3.49	0.003	$\pm 0.4$	$\pm 0.02$
Leck	19.31	0.936	„ „ „	-3.88	0.003	$\pm 0.4$	$\pm 0.02$
Husum	18.76	0.925	„ „ „	-3.33	0.008	$\pm 0.3$	$\pm 0.06$
Heide	18.57	0.931	„ „ „	-3.14	0.002	$\pm 0.3$	$\pm 0.01$
Eddelack	18.51	0.925	„ „ „	-3.08	0.008	$\pm 0.3$	$\pm 0.06$
Itzehoe	17.42	0.926	„ „ „	-1.99	0.007	$\pm 0.2$	$\pm 0.05$
Barmstedt	16.44	0.928	„ „ „	-1.01	0.005	$\pm 0.1$	$\pm 0.04$

Mit der Annahme des mittleren Fehlers  $\pm 0.810 \times 10^{-7}$  für die Bestimmung der Temperaturkoeffizienten und  $\pm 7.0 \times 10^{-7}$  für die der Luftdichte sind die  $\Delta t$  und  $\Delta D$  gebildet. Als Einfluß der Unsicherheit in der Bestimmung der Temperatur- und Dichtekoeffizienten auf den Unterschied einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* erhält man:

$$\sqrt{\frac{\sum \Delta t^2 + \sum \Delta D^2}{8}} = \pm 0.83 \times 10^{-7}.$$

### § 9. Die Genauigkeit der Beobachtungen.

Die Zahlenwerte sind in Einheiten der 7. Dezimalstelle der Schwingungszeit gegeben.

1. Der mittlere Fehler der Beobachtungen in *Potsdam I* ergibt sich aus den Werten auf Seite 92

$$m_{P.1} = \sqrt{\frac{34}{10 \times 9}} = \pm 0.6 \times 10^{-7}$$

und für *Potsdam II*

$$m_{P.2} = \sqrt{\frac{106}{10 \times 9}} = \pm 1.2 \times 10^{-7}.$$

Das Mittel aus beiden Werten ist daher mit  $m_P = \pm 0.7 \times 10^{-7}$  behaftet.

2. Auf Seite 96 fanden wir den mittleren Fehler einer von den systematisch wirkenden Fehlern befreiten Schwingungszeit eines mittleren Pendels zu

$$m'_{III} = \pm 2.0 \times 10^{-7}.$$

Hieraus erhalten wir als mittleren Fehler der Beobachtungen auf einer Außenstation bei einer Annahme von durchschnittlich 4 Reihen

$$m_{III} = \pm \frac{2.0}{\sqrt{4}} = \pm 1.0 \times 10^{-7}.$$

3. Der mittlere Fehler der Bestimmung des Mitschwingens in *Potsdam* ist nach Seite 81  $= \pm 0.4 \times 10^{-7}$  und für eine Außenstation  $= \pm 0.6 \times 10^{-7}$ .

4. Der mittlere Fehler der benutzten täglichen Uhgänge in *Potsdam* ist nach Seite 82  $= \pm 1.2 \times 10^{-7}$ , und auf einer Außenstation  $= \pm 2.8 \times 10^{-7}$ .

5. Der Einfluß der Unsicherheit der Bestimmung der Temperatur- und Dichtekonstanten wird  $= \pm 0.3 \times 10^{-7}$ .

6. Der quadratische Einfluß der Veränderung des mittleren Pendels auf den Unterschied der Schwingungszeiten in *Potsdam* weniger Außenstation ist nach Seite 101 14.86.



Als mittleren Fehler für die Unterschiede der Schwingungszeiten eines mittleren Pendels in *Potsdam* gegen den gleichen Wert einer Außenstation erhalten wir:

$$\begin{aligned} M_s &= \pm \sqrt{0.7^2 + 1.0^2 + 0.4^2 + 0.6^2 + 1.2^2 + 2.8^2 + 0.3^2 + 14.86} \\ &= \pm \sqrt{26.24} = \pm 5.1 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

und als mittleren Fehler eines Unterschiedes der Schwerkraft einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam*

$$M_g = \pm 0.002 \text{ cm } 10^{-3}.$$

---

## IV. Beobachtungen im Jahre 1913.

### § 1. Vorbemerkungen.

Die Ergebnisse der Beobachtungen der Intensität der Schwerkraft im *Harze* und dessen weiterer Umgebung haben einen Zusammenhang zwischen geologischer Formation und den Anomalien der Schwerkraft  $g''-\gamma_0$  wahrscheinlich gemacht. Herr Geheimer Oberregierungsrat HELMERT hat infolgedessen beschlossen, in Zukunft diesen Zusammenhang systematisch ermitteln zu lassen. Es war ein glückliches Zusammentreffen, daß Herr Professor Dr. v. DEM BORNE als Geologe von Fach im Geodätischen Institut die Methoden und Ergebnisse unserer Forschungen studiert hatte, so daß er über Genauigkeitsmaß und vermuteten Zusammenhang unserer Messungen mit den geologischen Formationen wohl unterrichtet war. Auf Ersuchen des Herrn Geheimen Oberregierungsrats HELMERT hat Herr Professor v. DEM BORNE in der LEPSIUSschen Geologischen Karte von Deutschland (1:500 000) in großen Zügen die vorhandenen oder vermuteten Verwerfungsspalten eingezeichnet, die wir unseren zukünftigen Forschungen zugrunde legen werden. Nimmt man an, daß die Oberfläche der Erde durch die Verwerfungsspalten in einzelne Schollen zerlegt wird, so ist nicht von der Hand zu weisen, daß jede dieser Schollen einen bestimmten individuellen Wert der Schwerkraft besitzen kann. Schon die früheren Messungen im *Harze* und dessen weiterer Umgebung bieten bemerkenswertes Material für diese Annahme. Herr Geheimer Oberregierungsrat HELMERT wünschte nun zunächst einmal eine grundlegende Untersuchung von zwei solcher Schollen, die durch die große Verwerfungsspalte getrennt werden, die vom *Meißner* ausgehend quer durch den *Vogelsberg* streicht und in der Richtung auf *Frankfurt am Main* ihre Fortsetzung findet. In dieser Gegend waren schon in früheren Jahren einzelne Schwerkraftstationen bestimmt, so daß mit den für dieses Jahr in Aussicht genommenen 8 Stationen auf jeder Seite der Verwerfungsspalte etwa 9 Stationen vorhanden sind, durch die sich Profile legen lassen, welche den Gang und die Grösse der  $g''-\gamma_0$  veranschaulichen.

Von den für dieses Jahr vorgesehenen Stationen liegen 5 auf der Ost- und 3 auf der Westseite der Verwerfungsspalte. Die Entfernung von der eingezeichneten Linie nahm ich beiderseits zu etwa 25—30 km an, um ganz sicher zu sein, daß die einzelnen Stationen der Ost- und Westseite der Spalte auch wirklich auf verschiedenen Schollen liegen.

Geeignete Beobachtungsräume waren dank dem Entgegenkommen der Königlich Preußischen und Großherzoglich Weimarischen Behörde überall mit Leichtigkeit zu finden. Auch hatte ich nicht über mangelhaftes Entgegenkommen der Bewohner zu klagen. Zu besonderem Danke fühle ich mich dem Herrn Katasterkontrolleur MOMMSEN in *Schlüchtern* und dem Herrn Bürgermeister BISCHOFF in *Münster am Stein* wegen ihrer aufopferungsvollen Bemühungen zu Gunsten der Beobachtungen verpflichtet. Herr Katasterkontrolleur MOMMSEN führte zur Festlegung der Höhe des Beobachtungsraumes, eines Kellers in seinem Hause, ein Nivellement aus vom Bahnhofe *Schlüchtern* bis zum Wohnhause. Herr Bürgermeister BISCHOFF in *Münster am Stein* ließ durch seine Beamten die Höhenlage des Pendelraumes bestimmen.

Das Wetter war nicht sehr günstig für die Beobachtungen. Auf drei Stationen erhielt ich am Schlusse des ersten Tages keine Zeitbestimmung. In *Gerstungen* und *Usingen* waren Schluß- bzw. Anfangszeitbestimmung nur mit einem Sternpaare erhalten, so daß ich noch einen zweiten Tag abgewartet habe, an dem dann auch genügende Zeitbestimmungen erlangt wurden.

Die Reise unternahm ich im Anschluß an meine im Mai und Juni ausgeführte Reise nach *Kasan* und *Moskau*, wo ich die Intensität der Schwerkraft\*) bestimmte. Die für die letzte Reise gemachten Anschlußbeobachtungen konnten gleich als Ausgangsbeobachtungen für die neue Beobachtungsreihe benutzt werden, da Apparat und Pendel die gleichen waren.

## § 2. Die Stationen und ihre Höhenlagen.

Die geographischen Koordinaten sind wieder den Meßtischblättern 1 : 25 000 entnommen. Die Höhenlagen des Pendelpfeilers wurden mit Hilfe des Aneroids BOHNE 937 bestimmt, das auch für die Luftdruckangaben der Pendelbeobachtungen maßgebend war.

---

\*) Bestimmung der Beschleunigung der Schwerkraft in *Kasan* und *Moskau*, ausgeführt von Prof. L. Haasemann. Berlin, Verlag von Georg Reimer. 1914.

Nr. d. Station	Station	Geographische		Höhe über N. N.	Mittlerer Fehler der Höhen- angabe	Anbinde- punkt	Lage des Beobachtungs- raumes	Art des Fuß- bodens
		Breite	Länge östl. v. Grw.					
	Potsdam	52° 22.9	13° 4.1	83 <sup>m</sup> .5			Mittelkeller des Geodäti- schen Instituts	
1	Gerstungen	50 58.2	10 4.6	217.1	± 0 <sup>m</sup> .4	Bahnhofs- bolzen	Kegelbahn des Rauten- kranzes	Ziegel- stein- pflaster
2	Geisa	50 43.1	9 59.2	282.2	± 0.2	Bahnhofs- bolzen	Keller des Postgebäudes	Zement
3	Fulda	50 33.3	9 40.9	275.4	± 0.3	Bolzen am Dom	Keller des ev. Gemeinde- hauses	Zement
4	Schlüchtern	50 21.0	9 31.5	210.9	± 0.01	Nivellement des Herrn Kataster- kontrolleurs Mommsen	Keller im Hause Mommsen	Zement
5	Bieber	50 9.9	9 20.0	219.6	± 1.7	Bahnhofs- bolzen	Backhaus des Spessart- hauses	Zement
6	Usingen	50 20.0	8 32.3	297.2	± 0.5	Bahnhofs- bolzen	Keller im Kreis- krankenhause	Zement
7	Idstein	50 13.3	8 16.2	264.6	∞	Angabe der Direktion	Keller in der Baugewerk- schule	Zement
8	Östrich am Rhein	50 0.3	8 1.8	77.5	± 0.2	Bolzen am Rheinkran	Kelterraum des Gasthofs Steinheimer	Gewach- sener Fels
9	Münster am Stein	49 48.6	7 50.8	113.7	∞	Angabe des Herrn Kur- direktors Bischoff	Altes Sudhaus der Saline	Stein- platten

Die kleinen mittleren Fehler der Höhenbestimmungen zeigen, daß der Einfluß dieser mittleren Fehler auf den Unterschied der Schwerkraft einer Außenstation gegen *Potsdam* zu vernachlässigen ist.

Die Höhenbestimmungen sind in der schon Seite 4 angegebenen Art ausgeführt. Vor und nach jeder Beobachtung wurde das benutzte Barometer Nr. 937 mit dem auf der Station verbliebenen Aneroid Nr. 938 verglichen. Die Vergleichen ergaben überall eine genügende Beständigkeit des Standes von Nr. 937. Die Temperatur zwischen Pendelraum und Anbindepunkt wurde durch Schleuderthermometer ermittelt. Der Beobachtungsort in *Potsdam* war der Mittelkeller des Geodätischen Instituts; da aber alle Beobachtungen auf den Pfeiler Nr. 31 des Pendelsaales bezogen sind, so gilt für diese die Höhe 86.5 m.

§ 3. Bestimmung des Mitschwingens.

Die Art der Beobachtung und die Formeln zur Berechnung des Mitschwingens sind auf den Seiten 3 und 4 näher auseinandergesetzt, so daß hier nur die Tabelle mit den ermittelten Werten und deren mittleren Fehlern gegeben wird. Alle Zahlenwerte sind in Einheiten der 7. Dezimalstelle der Schwingungszeiten ausgedrückt.

Nr.	Station 1911	Nummer der Beobachtung	Richtung 78—76				Richtung 79—77					
			Mit- schwin- gen	[ $v$ ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler	Mit- schwin- gen	[ $v$ ]	Anzahl d. Beob- achtun- gen	Sta- tions- mittel	Mitt- lerer Fehler
1	Potsdam	1	36	18	8			37	15	8		
		2	35	13	7	36	$\pm 0.3$	36	14	8	37	$\pm 0.3$
		3	36	26	8			37	29	8		
1	Gerstungen	1	59	46	8			74	47	5		
		2	58	23	8	58	$\pm 0.4$	74	15	8	74	$\pm 0.3$
		3	58	20	8			73	17	8		
2	Geisa	1	39	11	8			50	26	8		
		2	39	4	7	39	$\pm 0.3$	51	41	8	50	$\pm 0.6$
		3	40	19	8			49	46	6		
3	Fulda	1	24	21	8			33	10	8		
		2	24	11	8	24	$\pm 0.4$	32	5	7	33	$\pm 0.2$
4	Schlüchtern	1	30	14	9			31	12	8		
		2	30	26	8	30	$\pm 0.4$	32	21	8	32	$\pm 0.4$
5	Bieber	1	57	51	8			58	34	8		
		2	59	27	8	58	$\pm 0.6$	59	46	8	59	$\pm 0.6$
6	Usingen	1	24	24	8			29	48	8		
		2	25	13	8	25	$\pm 0.4$	27	13	8	28	$\pm 0.5$
7	Idstein	1	29	4	8			31	19	8		
		2	28	19	7	29	$\pm 0.4$	30	6	7	30	$\pm 0.4$
8	Östrich am Rhein	1	54	62	5			53	3	5		
		2	58	42	8			51	23	8	51	$\pm 0.3$
		3	58	22	6	56	$\pm 0.6$	50	18	8		
		4	54	53	8			.	.	.		
9	Münster am Stein	1	46	8	8			40	12	8		
		2	46	22	8	46	$\pm 0.4$	40	9	8	40	$\pm 0.3$
	Potsdam	1	41	16	8			46	13	8		
		2	40	15	8	40	$\pm 0.3$	46	17	8	46	$\pm 0.3$

Aus der vorstehenden Tabelle entnehmen wir als mittleren Fehler der Bestimmung des Mitschwingens für beide Richtungen in *Potsdam*  $\pm 0.3 \times 10^{-7}$  und für eine Außenstation  $\pm 0.5 \times 10^{-7}$ .

Während auf allen Stationen die Größe des Mitschwingens in der Richtung II größer ist als in der Richtung I, trifft das Umgekehrte für Östrich zu. Hier war der Untergrund des Pfeilers mit Lehm überzogener gewachsener Felsboden. Der Unterschied ist allein der verschiedenartigen Festigkeit des Untergrundes an den Aufstellungsstellen zuzuschreiben.

§ 4. Die Ableitung der täglichen Uhrgänge der Beobachtungsuhr  
RIEFLER Nr. 96 und STRASSER u. ROHDE Nr. 101.

I. Potsdam. Beobachtungsuhr RIEFLER Nr. 96.

1913	Juli	18	— 0.16	September	28	— 0.13
	"	19	— 0.16	"	29	— 0.13
	"	20	— 0.15	"	30	— 0.12
	"	21	— 0.14			
	"	22	— 0.15	Oktober	1	— 0.11
	"	23	— 0.14	"	2	— 0.10
	"	24	— 0.14	"	3	— 0.17
	"	25	— 0.12			
	"	26	— 0.11			
	"	27	— 0.13			

Der mittlere Fehler eines täglichen Ganges wird nach den Angaben des Herrn Prof. WANACH zu  $\pm 0.02$  angenommen.

II. Auf den Außenstationen.

Beobachtungsuhr STRASSER u. ROHDE Nr. 101.

Die Zeitbestimmungen wurden wie in früheren Jahren mit dem kleinen Passageninstrument des Geodätischen Instituts nach der Methode der Beobachtung im Vertikal des Polarsterns ausgeführt.

Nr.	Station	1913	Nummer der Beobachtung	Beobachtungszeit	Uhrkorrektion	Uhrgang		Angewandtes Mittel der täglichen Uhrgänge	Mittlere Fehler der täglichen Uhrgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel	
						abgeleitet aus	täglich				
I	Gerstungen	Aug. 8	1	17 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	+ 2 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> .18	$\frac{1+2}{2}$ u. 3	+ 7 <sup>s</sup> .17	+ 7 <sup>s</sup> .17	—	—	
		" 8	2	18 0 54	+ 2 16.37						
		" 9	3	17 13 54	+ 2 23.27	3 u. $\frac{4+5}{2}$	+ 7.08	+ 7.08	—	—	
		" 10	4	17 6 42	+ 2 30.21						
		" 10	5	17 55 6	+ 2 30.64						

Nr.	Station	1913	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektur	Uhr- gang		Ange- wandte Mittel der täglichen Uhrgänge	Mittlerer Fehler der täglichen Uhrgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel	
						abgeleitet aus	täglich				
2	Geisa	Aug.	12 1	17 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	+ 0 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup> .70	$\frac{1+2}{2}$ u. 3	+ 2 <sup>s</sup> .39	+ 2 <sup>s</sup> .39	—	—	
			12 2	17 50 54	+ 0 3.94						
			14 3	18 16 0	+ 0 8.65						
3	Fulda	"	19 1	17 37 24	+ 0 51.47	1 u. $\frac{3+4}{2}$	+ 1.86	+ 1.84	$\pm 0^s.03$		
			19 2	21 25 24	+ 0 51.79	2 u. $\frac{5+6}{2}$	+ 1.81				
			21 3	18 0 48	+ 0 55.21						
			21 4	18 24 30	+ 0 55.24						
			21 5	18 49 48	+ 0 55.17						
			21 6	19 10 18	+ 0 55.26						
4	Schlächtern	"	23 1	17 35 42	+ 1 57.23	1 u. 4	+ 2.58	+ 2.58	$\pm 0.01$	0.0005	
			23 2	17 53 6	+ 1 57.25	2 u. 5	+ 2.56				
			23 3	18 18 18	+ 1 57.27	3 u. 6	+ 2.59				
			24 4	19 51 12	+ 2 0.05						
			24 5	1 52 42	+ 2 0.66						
			24 6	2 30 48	+ 2 0.75						
5	Bieber	"	26 1	17 50 12	+ 1 24.65	1 u. 4	+ 3.45	+ 3.50	$\pm 0.03$	0.0051	
			26 2	18 10 36	+ 1 24.65	2 u. 5	+ 3.51				
			26 3	18 45 12	+ 1 24.69	3 u. 6	+ 3.55				
			27 4	17 50 12	+ 1 28.10						
			27 5	18 10 36	+ 1 28.16						
			27 6	18 45 12	+ 1 28.24						
6	Usingen	"	30 1	18 10 39	+ 1 15.48	1 u. $\frac{2+3+4}{3}$	+ 5.79	+ 5.79			
			31 2	1 43 8	+ 1 23.09	2 u. 5	+ 5.37	+ 5.31			
			31 3	2 5 35	+ 1 23.18	3 u. 6	+ 5.29				
			31 4	2 30 24	+ 1 23.26	4 u. 7	+ 5.27				
			Sept. 1 5	17 32 57	+ 1 26.63					$\pm 0.03$	0.0056
			" 1 6	17 50 9	+ 1 26.65						
			" 1 7	18 10 39	+ 1 26.70						
7	Idstein	"	3 1	17 41 47	+ 1 40.44	$\frac{1+2}{2}$ u. 5	+ 1.60	+ 1.60	$\pm 0.03$	0.0061	
			3 2	18 0 42	+ 1 40.54	3 u. 6	+ 1.65				
			3 3	18 25 3	+ 1 40.54	4 u. 7	+ 1.54				
			3 4	18 53 13	+ 1 40.66						
			4 5	17 55 25	+ 1 42.09						
			4 6	19 38 43	+ 1 42.27						
			4 7	20 2 18	+ 1 42.27						

Nr.	Station	1913	Nummer der Beobachtung	Beob- achtungs- zeit	Uhr- korrektur	Urgang		Ange- wandte Mittel der täglichen Urgänge	Mittlerer Fehler der täglichen Urgänge	Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel
						abgeleitet aus	täglich			
8	Östrich am Rhein	Sept.	7 1	18 <sup>b</sup> 10 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup>	+ 1 <sup>m</sup> 28. <sup>s</sup> 51	1 u. 5	—0. <sup>s</sup> 54	— 0. <sup>s</sup> 51	± 0. <sup>s</sup> 02	
			7 2	18 29 39	+ 1 28.62	2 u. 6	—0.47			
			7 3	19 0 4	+ 1 28.71	3 u. 7	—0.55			
			7 4	19 30 42	+ 1 28.55	4 u. 8	—0.46			
			9 5	18 30 0	+ 1 27.43					
			9 6	18 49 43	+ 1 27.68					
			9 7	19 20 51	+ 1 27.61					
			9 8	19 38 41	+ 1 27.62					
			9	Münster am Stein		11 1	18 18 50			
11 2	18 45 10	+ 0 28.04				2 u. 7	+3.75			
11 3	19 20 49	+ 0 28.06				3 u. 5	+3.83			
11 4	19 38 38	+ 0 28.31				4 u. 8	+3.72			
12 5	18 0 36	+ 0 31.68								
12 6	18 18 51	+ 0 31.73								
12 7	18 45 11	+ 0 31.79								
12 8	19 24 0	+ 0 31.99								

Für die Ableitung des mittleren Fehlers einer Bestimmung eines täglichen Ganges legen wir wieder diejenigen täglichen Gänge zugrunde, die aus Beobachtungen zweier Zeitbestimmungen herrühren mit einem Zwischenraum von nahezu einem Tage. So erhalten wir aus 16 Einzelwerten in 5 Gruppenmitteln als mittleren Fehler eines aus je einem Sternpaar abgeleiteten täglichen Ganges

$$m'_u = \pm 0^s.053.$$

Da die für die Reduktion der Pendelschwingungszeiten benutzten Mittel der täglichen Gänge auf durchschnittlich drei solcher Einzelbestimmungen beruhen, so nehmen wir als mittleren Fehler eines benutzten täglichen Ganges an

$$m_u = \pm 0^s.03.$$

In Einheiten der 7. Dezimalstelle der Schwingungszeit eines mittleren Pendels gibt das

$$m_u = \pm 1^s.8 \times 10^{-7}.$$

Für die Stationen, auf denen die täglichen Gänge aus weniger als drei Beobachtungen hergeleitet sind, haben wir die gleiche Genauigkeit angenommen. In *Gerstungen* beruhen die Beobachtungen auf zwei vollen Beobachtungstagen und sind dadurch schon gesicherter. Bei den anderen Stationen *Geisa*, *Fulda* und *Östrich* sind die täglichen Gänge aus etwa 48stündiger Zwischenzeit hergeleitet.



## § 5. Die Pendelbeobachtungen.

Die Beobachtungen sind in der gleichen Weise angeordnet und ausgeführt wie in den Vorjahren. Für die Beobachtungen dieses Jahres ist auch das Pendel Nr. 76 durch Verkürzung seiner Hauptschneiden geändert worden. Die Schwingungszeiten dieses Pendels lassen sich daher mit denen der Vorjahre nicht vergleichen.

Die Dauer der Stationen *Gerstungen* und *Östrich* verlängerte sich durch Instrumentenschaden um je einen Tag. In *Gerstungen* fand ich beim Auspacken des Passageninstruments, daß dessen Azimutalschraube durch einen unglücklichen Stoß beim Einpacken verbogen war. Ich mußte mit dem Instrument zu *ZEISS* in *Jena* fahren, um die Schraube wieder in Stand zu setzen.

In *Östrich* wurde in einem Augenblick der Abwesenheit des Beobachtungsdieners von einem Arbeiter, der bei der Aufstellung der Instrumente geholfen hatte, durch einen rohen unbefugten Eingriff die Vertikalaxe des Passageninstruments verbogen. Die nicht ganz einfache Beseitigung des Schadens ließ ich von dem Mechaniker des Physikalischen Instituts in *Frankfurt a. M.* ausführen.

In *Potsdam* sind die Pendelbeobachtungen nicht streng über den Tag verteilt, weil beträchtliche Schwankungen des Uhranges der benutzten Pendeluhr *RIEFLER* Nr. 96 nicht zu befürchten waren. Auf den Außenstationen ist aber, wie schon erwähnt, das alte bewährte Programm der Beobachtung von täglich zwei Reihen zu vier Pendeln in etwa zwölfstündigem Abstände streng durchgeführt. In *Bieber*, *Usingen* und *Östrich* habe ich an einzelnen Tagen noch eine dritte Reihe von vier Pendeln hinzugefügt, um über die Beständigkeit des Uhranges Aufschluß zu erhalten. In *Usingen* und *Östrich* stimmen diese dritten Reihen sehr gut mit den beiden Tagesreihen überein und zeigen so die genügende Beständigkeit des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr. In *Bieber* aber weicht die dritte Reservereihe nicht unwesentlich von den beiden in schöner Übereinstimmung befindlichen Tagesreihen ab. Eine Erklärung der Schwankung des Uhranges, die dieses Ergebnis verursacht hat, konnte ich nicht ermitteln. Jedenfalls trägt auch diese Ersatzreihe zur Festigung des Endergebnisses bei.

Als maßgebendes Thermometer wurde wie in früheren Jahren für die Temperaturangaben im Apparat wieder das an der linken Seite des Pendelstativs angebrachte Magazinthermometer *Mg II* benutzt, dessen Korrekturen auf Seite 30 verzeichnet sind.

Die Standkorrektur des verwendeten Barometers *Aneroid BOHNE* Nr. 937 betrug  $-7.3$  mm. Die Temperaturkorrektur des Barometers, die bei 762 mm Druck 0.00, bei 760 mm  $+0.01$  und bei 742 mm  $+0.02$  für jeden Grad beträgt, konnte vernachlässigt werden.

Als Hygrometer wurde wieder ein *KOPPE*sches Haarhygrometer verwendet.

Die Ausgangsbeobachtungen in *Potsdam* sind schon einmal veröffentlicht. Sie dienten als Abschlußmessungen für die von mir in *Rußland* ausgeführten Pendelbeobachtungen. (Vergl. S. 105 Anmerkung.)

Pendel-Nr.	Gemitteltes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Anschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Anschlag	Temperatur	Luftdichte	Urgang			Mit-schwingen
<b>Potsdam. Mittelkeller, Feldpfeiler. 1913. Juli 18.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50						<b>0.50</b>		
78	9.8	32.777	18.6	13.3	15.46	15.50	78	55.5	-3.8	36	77454	7	56	661	9	36	76685	+155
76	10.5	32.615	17.5	12.5	15.50	15.56	78	55.4	-3.8	36	77845	6	52	650	9	36	77092	-252
79	11.2	32.826	18.2	13.0	15.56	15.64	78	55.4	-3.8	35	77337	7	61	637	9	37	76586	+254
77	11.9	32.650	19.8	14.5	15.64	15.72	78	55.3	-3.8	35	77760	8	59	649	9	37	76998	-158
																<b>76840</b>		
<b>Juli 19.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50							<b>0.50</b>	
78	9.5	32.777	18.6	13.6	15.56	15.60	80	52.5	-4.0	32	77454	7	57	658	9	36	76687	+156
76	10.2	32.613	18.5	12.5	15.60	15.62	80	52.4	-4.0	31	77850	6	53	646	9	36	77100	-257
79	11.9	32.829	18.5	7.5	15.62	15.70	80	52.1	-4.0	31	77330	5	62	634	9	37	76583	+260
77	12.6	32.650	20.0	15.0	15.70	15.72	80	51.9	-4.0	30	77760	8	60	645	9	37	77001	-158
																<b>76843</b>		
<b>Juli 20.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50							<b>0.50</b>	
78	6.9	32.781	17.5	12.5	15.58	15.59	80	51.1	-4.0	30	77445	6	57	657	9	36	76680	+162
76	7.6	32.610	19.3	14.0	15.59	15.64	80	51.2	-4.0	30	77857	8	53	645	9	36	77106	-264
79	8.3	32.831	18.8	13.6	15.64	15.66	80	51.1	-4.0	30	77326	7	62	633	9	37	76578	+264
77	9.0	32.650	20.7	15.0	15.66	15.70	80	51.0	-4.0	29	77760	8	59	645	9	37	77002	-160
																<b>76842</b>		
					+	+		mm	0.9	0.50							<b>0.50</b>	
78	9.9	32.779	18.5	13.3	15.70	15.74	80	51.0	-4.0	29	77449	7	57	656	9	36	76684	+157
76	10.7	32.612	19.3	14.0	15.74	15.78	80	51.0	-4.0	29	77852	8	53	645	9	36	77101	-260
79	11.5	32.830	19.3	14.0	15.78	15.78	80	50.9	-4.0	29	77328	8	62	633	9	37	76579	+262
77	12.2	32.650	20.5	15.0	15.78	15.78	80	50.9	-4.0	29	77760	8	60	645	9	37	77001	-160
																<b>76841</b>		
<b>Juli 21.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50							<b>0.50</b>	
78	6.8	32.779	18.3	13.1	15.56	15.56	80	52.0	-4.0	31	77449	7	57	657	8	36	76684	+159
76	7.5	32.612	19.5	14.4	15.56	15.58	80	52.1	-4.0	31	77855	8	53	646	8	36	77104	-261
79	8.2	32.831	18.8	13.5	15.58	15.69	80	52.0	-4.0	31	77326	7	61	634	8	37	76579	+264
77	8.9	32.649	20.3	15.0	15.59	15.62	80	52.1	-4.0	31	77763	8	59	646	8	37	77005	-162
																<b>76843</b>		
					+	+		mm	0.9	0.50							<b>0.50</b>	
78	9.7	32.779	17.5	12.5	15.62	15.64	80	52.2	-4.0	31	77449	6	57	657	8	36	76685	+156
76	10.5	32.613	18.6	12.5	15.64	15.66	80	51.9	-4.0	30	77850	7	53	645	8	36	77101	-260
79	11.2	32.833	19.3	13.6	15.66	15.66	80	51.8	-4.0	30	77321	7	62	633	8	37	76574	+267
77	12.1	32.649	20.3	13.4	15.66	15.66	80	51.8	-4.0	30	77762	8	59	645	8	37	77005	-164
																<b>76841</b>		
<b>Juli 22.</b>																		
					+	+		mm	0.9	0.50							<b>0.50</b>	
78	6.8	32.780	18.3	12.8	15.50	15.51	80	51.0	-4.0	30	77447	7	56	657	9	36	76682	+160
76	7.7	32.612	19.0	14.0	15.51	15.54	80	51.0	-4.0	30	77852	7	52	645	9	36	77103	-261
79	8.4	32.831	19.3	14.0	15.54	15.56	80	51.0	-4.0	30	77326	8	61	633	9	37	76578	+264
77	9.1	32.649	20.1	15.0	15.56	15.56	80	51.0	-4.0	30	77762	8	59	645	9	37	77004	-162
																<b>76842</b>		
					+	+		mm	0.9	0.50							<b>0.50</b>	
78	9.9	32.774	18.5	13.0	15.56	15.56	80	51.0	-4.0	30	77461	7	57	657	9	36	76695	+149
76	10.5	32.612	18.8	14.0	15.56	15.60	80	51.0	-4.0	30	77852	7	53	645	9	36	77102	-258
79	11.2	32.832	19.3	13.8	15.60	15.62	80	50.9	-4.0	29	77323	7	62	633	9	37	76575	+269
77	12.0	32.650	20.3	15.0	15.62	15.66	80	50.7	-4.0	29	77760	8	59	645	9	37	77002	-158
																<b>76844</b>		

Pendel-Nr.	Gemittertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeits-Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Umrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Mittelschwingen	Reduzierte Schwingungszeit in Stempzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende					Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang				
<b>Juli 23.</b>																		
78	6.8	32.781	17.8	12.5	15.46	15.46	78	50.2	-3.8	29	77445	6	56	656	8	36	76683	+157
76	7.5	32.613	19.6	14.4	15.46	15.46	78	50.3	-3.8	29	77850	8	53	645	8	36	77100	-260
79	8.3	32.830	19.5	13.4	15.46	15.54	78	50.4	-3.8	29	77328	7	61	633	8	37	76582	+258
77	9.0	32.653	20.5	15.0	15.54	15.56	78	50.4	-3.8	29	77753	8	59	645	8	37	76996	-156
												<b>76840</b>						
78	9.8	32.778	18.5	13.3	15.56	15.60	78	50.4	-3.8	29	77452	7	57	656	8	36	76688	+156
76	10.5	32.611	19.5	13.8	15.60	15.62	78	50.5	-3.8	29	77855	8	53	645	8	36	77105	-261
79	11.2	32.831	19.5	14.1	15.62	15.62	78	50.5	-3.8	29	77326	8	61	633	8	37	76579	+265
77	11.9	32.649	20.5	15.0	15.62	15.66	78	50.4	-3.8	29	77762	8	59	645	8	37	77005	-161
												<b>76844</b>						
<b>Juli 24.</b>																		
78	6.8	32.779	18.3	13.3	15.54	15.55	80	52.8	-4.0	32	77449	7	57	658	8	36	76683	+158
76	7.5	32.612	19.3	14.3	15.55	15.57	80	53.1	-4.0	33	77852	8	53	647	8	36	77100	-259
79	8.3	32.838	19.5	14.0	15.57	15.58	80	53.3	-4.0	33	77326	8	62	635	8	37	76576	+265
77	9.0	32.648	20.3	15.0	15.58	15.60	80	53.5	-4.0	33	77765	8	59	647	8	37	77006	-165
												<b>76841</b>						
78	9.8	32.779	18.5	13.4	15.60	15.62	80	53.5	-4.0	33	77449	7	57	659	8	36	76682	+160
76	10.5	32.609	19.6	14.5	15.62	15.64	80	53.5	-4.0	33	77859	8	53	647	8	36	77107	-265
79	11.2	32.830	19.0	13.5	15.64	15.66	80	53.5	-4.0	33	77328	8	62	635	8	37	76578	+264
77	11.9	32.649	20.3	14.8	15.66	15.72	80	53.5	-4.0	33	77762	8	60	647	8	37	77002	-160
												<b>76842</b>						
<b>Juli 25.</b>																		
78	6.8	32.776	18.0	13.0	15.60	15.60	80	54.6	-4.0	34	77457	6	57	660	7	36	76691	+153
76	7.5	32.612	19.3	14.1	15.60	15.62	80	54.7	-4.0	34	77852	8	53	648	7	36	77100	-256
79	8.2	32.828	18.8	13.4	15.62	15.64	80	54.9	-4.0	34	77333	7	62	636	7	37	76584	+260
77	8.9	32.649	20.6	14.8	15.64	15.66	80	55.0	-4.0	34	77762	8	60	648	7	37	77002	-158
												<b>76844</b>						
78	9.7	32.775	18.3	13.0	15.66	15.72	80	55.0	-4.0	34	77459	7	57	660	7	36	76692	+152
76	10.4	32.609	19.5	14.5	15.72	15.76	80	55.0	-4.0	34	77859	8	53	648	7	36	77107	-263
79	11.1	32.831	19.3	14.0	15.76	15.76	80	55.0	-4.0	34	77326	8	62	636	7	37	76576	+268
77	11.8	32.649	20.6	15.0	15.76	15.78	80	55.0	-4.0	34	77762	9	60	648	7	37	77001	-157
												<b>76844</b>						
<b>Juli 26.</b>																		
78	10.2	32.779	19.0	13.9	15.66	15.66	80	56.5	-4.0	36	77449	7	57	661	6	36	76682	+162
76	10.9	32.609	19.8	14.0	15.66	15.70	80	56.6	-4.0	36	77859	8	53	650	6	36	77106	-262
79	11.6	32.827	20.3	15.0	15.70	15.70	80	56.5	-4.0	36	77335	8	62	637	6	37	76585	+259
77	12.3	32.649	20.0	15.0	15.70	15.72	80	56.4	-4.0	36	77762	8	60	650	6	37	77001	-157
												<b>76844</b>						
<b>Juli 27.</b>																		
78	6.9	32.776	18.3	13.3	15.68	15.68	80	58.7	-4.0	39	77457	7	57	663	8	36	76686	+159
76	7.6	32.608	19.5	14.3	15.68	15.70	80	58.7	-4.0	39	77862	8	53	652	8	36	77105	-260
79	8.3	32.825	20.5	15.0	15.70	15.72	80	58.9	-4.0	39	77339	8	62	639	8	37	76585	+260
77	9.0	32.647	20.3	15.0	15.72	15.72	80	58.9	-4.0	39	77767	8	60	652	8	37	77002	-157
												<b>76845</b>						

Pendel-Nr.	Geneihtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftfeuchte	Schwingungszeit in Urzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang				
78	9.8	32 <sup>s</sup> .775	19.0	13.5	15.76	15.76	80	59.0	-4.0	39	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	-	-	-	36	76688	+156
76	10.5	32.608	19.5	14.3	15.76	15.80	80	59.1	-4.0	39	77459	8	57	663	8	36	77105	-261	
79	11.2	32.824	20.3	15.0	15.80	15.82	80	59.1	-4.0	39	77862	8	62	639	8	37	76588	+256	
77	12.2	32.650	20.4	14.5	15.82	15.84	80	59.0	-4.0	39	77342	8	60	652	8	37	76995	-151	
																<b>76844</b>			

**1. Gerstungen. 1913. August 8 und 9.**

Pendel-Nr.	Geneihtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftfeuchte	Schwingungszeit in Urzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang				
78	10.1	32 <sup>s</sup> .790	18.8	13.5	13.44	13.38	68	43.1	-2.9	28	mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	-	+	58	77076	+157
76	10.8	32.622	17.5	12.5	13.38	13.44	68	43.1	-2.9	28	77423	7	49	655	422	58	77497	-264	
79	11.5	32.833	18.6	13.4	13.44	13.50	68	42.9	-2.9	28	77828	6	45	644	422	74	76977	+256	
77	12.2	32.660	18.8	13.3	13.50	13.54	68	42.8	-2.9	27	77321	7	53	632	422	74	77383	-150	
																<b>77233</b>			
78	10.1	32.787	20.0	14.5	11.90	12.00	68	41.5	-2.7	31	77736	8	44	657	422	58	77085	+153	
76	10.8	32.621	17.5	12.6	12.00	12.06	68	41.2	-2.7	31	77430	6	41	646	422	58	77502	-264	
79	11.5	32.834	19.3	13.8	12.06	12.32	68	40.9	-2.7	30	77831	7	48	633	422	74	76978	+260	
77	12.2	32.659	18.4	13.8	12.32	12.48	68	40.8	-2.7	29	77318	7	47	645	422	74	77387	-149	
																<b>77238</b>			

August 9 und 10.

Pendel-Nr.	Geneihtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftfeuchte	Schwingungszeit in Urzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang				
78	9.4	32 <sup>s</sup> .786	20.0	14.4	13.00	12.96	75	40.7	-3.1	26	mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	-	+	58	77082	+154
76	10.1	32.619	18.5	13.0	12.96	13.00	75	40.8	-3.1	26	77433	8	47	654	416	58	77499	-263	
79	10.8	32.831	18.9	13.8	13.00	13.12	75	41.0	-3.1	26	77835	7	44	643	416	74	76979	+257	
77	11.5	32.657	18.5	13.3	13.12	13.24	75	41.0	-3.2	26	77326	7	51	631	416	74	77385	-149	
																<b>77236</b>			
78	8.0	32.786	20.0	14.6	12.56	12.80	76	42.3	-3.1	29	77743	8	46	656	416	58	77081	+154	
76	8.7	32.619	18.3	13.3	12.80	12.88	75	42.5	-3.1	29	77433	7	43	645	416	58	77498	-263	
79	9.4	32.832	19.5	14.0	12.88	13.04	75	42.6	-3.1	29	77835	7	51	633	416	74	76973	+262	
77	10.1	32.656	19.0	13.6	13.04	13.20	75	42.6	-3.1	28	77323	7	50	644	416	74	77387	-152	
																<b>77235</b>			

**2. Geisa. August 12 und 13.**

Pendel-Nr.	Geneihtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftfeuchte	Schwingungszeit in Urzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang				
78	9.8	32 <sup>s</sup> .648	18.0	12.5	14.40	14.41	90	41.3	-4.1	21	mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	-	+	39	77158	+157
76	10.5	32.481	18.8	13.8	14.41	14.46	90	41.3	-4.1	21	77765	7	52	650	141	39	77579	-264	
79	11.2	32.693	20.0	14.4	14.46	14.48	90	41.3	-4.1	21	78172	8	57	627	141	50	77056	+259	
77	11.9	32.520	19.0	14.0	14.48	14.49	90	41.3	-4.1	21	77657	7	55	639	141	50	77466	-151	
																<b>77315</b>			
78	9.0	32.644	18.3	13.2	14.20	14.22	85	41.9	-3.8	23	78076	7	52	652	141	39	77166	+155	
76	9.7	32.479	19.0	14.0	14.22	14.26	85	41.9	-3.8	23	77775	7	48	641	141	39	77582	-261	
79	10.4	32.689	20.0	14.8	14.26	14.32	85	41.9	-3.8	23	78176	8	56	629	141	50	77064	+257	
77	11.1	32.517	19.0	14.0	14.32	14.40	85	41.8	-3.8	23	77666	7	54	641	141	50	77472	-151	
																<b>77321</b>			

August 13 und 14.

Pendel-Nr.	Geneihtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftfeuchte	Schwingungszeit in Urzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel		
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang				
78	8.1	32 <sup>s</sup> .644	17.5	12.5	14.26	14.26	85	41.5	-3.8	22	mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	-	-	+	39	77168	+156
76	8.8	32.477	19.3	14.3	14.26	14.31	85	41.3	-3.8	22	77775	6	52	651	141	39	77588	-264	
79	9.5	32.689	19.9	14.1	14.31	14.36	85	41.3	-3.8	22	78181	7	48	640	141	50	77065	+259	
77	10.2	32.516	18.8	13.3	14.36	14.42	85	41.2	-3.8	22	77666	8	56	628	141	50	77475	-151	
																<b>77324</b>			

Pendel-Nr.	Genähertes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzen-intervall	Aus Schlag in Bogen-minuten am		Pendel-temperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luft-druck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luft-dichte	Schwingsungszeit in Uhrzeit-sekunden	Korrek-tionen wegen				Reduzierte Schwingsungszeit in Stempzeit-sekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			An-fang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Tempe-ratur	Luft-dichte	Uhgang			Mit-schwingen
					+	+			mm	0.9	0°50	—	—	—	+	—	0°50	
78	9.4	32.639	18.5	13.3	14.018	14.20	85	38.2	-3.8	18	77787	7	52	648	141	39	77182	+155
76	10.1	32.473	18.9	13.8	14.20	14.26	85	38.1	-3.8	18	78191	7	48	637	141	39	77601	-264
79	10.8	32.686	20.0	14.4	14.26	14.36	85	37.9	-3.8	18	77674	8	56	625	141	50	77076	+261
77	11.5	32.512	19.0	14.0	14.36	14.40	85	37.7	-3.8	17	78096	7	55	636	141	50	77489	-152
<b>77337</b>																		

**3. Fulda. August 19 und 20.**

					+	+			mm	0.9	0°50	—	—	—	+	—	0°50	
78	9.0	32.624	18.8	13.5	15.015	15.23	87	40.3	-4.2	18	77823	7	55	648	108	24	77197	+152
76	9.7	32.457	19.5	14.0	15.23	15.27	87	40.3	-4.2	17	78230	8	51	636	108	24	77619	-270
79	10.7	32.679	17.5	12.5	15.27	15.33	87	40.3	-4.2	17	77690	6	60	624	108	33	77075	+274
77	11.4	32.497	18.5	13.5	15.33	15.37	87	40.3	-4.2	17	78131	7	58	636	108	33	77505	-156
<b>77349</b>																		
78	7.6	32.623	19.8	14.5	15.33	15.35	87	39.5	-4.2	16	77826	8	56	647	108	24	77199	+147
76	8.3	32.460	20.0	15.0	15.35	15.37	87	39.6	-4.2	16	78223	8	52	636	108	24	77611	-265
79	9.0	32.681	17.5	12.6	15.37	15.39	87	39.6	-4.2	16	77686	6	60	624	108	33	77071	+275
77	9.7	32.499	17.8	12.8	15.39	15.43	87	39.6	-4.2	16	78127	6	58	636	108	33	77502	-156
<b>77346</b>																		

**August 20 und 21.**

					+	+			mm	0.9	0°50	—	—	—	+	—	0°50	
78	7.5	32.618	19.8	14.5	15.35	15.37	87	40.5	-4.2	17	77838	8	55	647	108	24	77212	+150
76	8.2	32.453	20.0	14.6	15.37	15.41	87	40.8	-4.2	18	78240	8	52	637	108	24	77627	-265
79	8.9	32.672	17.5	12.5	15.41	15.47	87	41.1	-4.2	18	77707	6	61	625	108	33	77090	+272
77	9.6	32.491	17.5	12.7	15.47	15.51	87	41.1	-4.2	18	78147	6	59	637	108	33	77520	-158
<b>77362</b>																		
78	8.1	32.620	19.8	14.4	15.41	15.45	87	42.2	-4.2	19	77833	7	56	649	108	24	77205	+152
76	8.8	32.453	20.0	15.0	15.45	15.49	87	42.3	-4.2	19	78240	8	52	638	108	24	77626	-269
79	9.7	32.675	17.8	12.5	15.49	15.53	87	42.5	-4.2	19	77700	6	61	626	108	33	77082	+275
77	10.4	32.492	17.5	12.6	15.53	15.55	87	42.7	-4.2	19	78144	6	59	638	108	33	77516	-159
<b>77357</b>																		

**4. Schlichtern. 1913. August 23 und 24.**

					+	+			mm	0.9	0°50	—	—	—	+	—	0°50	
78	9.4	32.635	18.0	13.8	16.27	16.33	92	45.0	-4.8	19	77797	7	59	649	152	30	77204	+160
76	10.1	32.466	19.0	14.0	16.33	16.39	92	45.0	-4.8	19	78208	7	55	638	152	30	77630	-266
79	10.8	32.682	18.8	13.5	16.39	16.51	92	45.0	-4.8	18	77683	7	65	625	152	32	77106	+258
77	11.5	32.509	17.5	12.5	16.51	16.60	92	45.2	-4.8	18	78103	6	63	637	152	32	77517	-153
<b>77364</b>																		
78	9.4	32.630	20.0	14.1	15.93	16.03	92	46.0	-4.8	21	77809	8	58	650	152	30	77215	+164
76	10.1	32.459	19.8	14.1	16.03	16.13	92	46.0	-4.8	21	78225	8	54	639	152	30	77646	-267
79	10.8	32.676	18.5	13.3	16.13	16.33	92	45.9	-4.8	20	77698	7	64	627	152	32	77120	+259
77	11.5	32.501	17.5	12.5	16.33	16.46	92	45.8	-4.8	20	78123	6	62	639	152	32	77536	-157
<b>77379</b>																		
78	9.6	32.628	20.0	12.5	16.64	16.76	92	46.9	-4.8	20	77814	7	61	650	152	30	77218	+165
76	11.0	32.458	19.8	14.0	16.76	16.82	92	47.3	-4.8	20	78228	8	57	639	152	30	77646	-263
79	11.7	32.673	18.8	11.3	16.82	16.94	92	47.6	-4.8	20	77705	6	66	627	152	32	77126	+257
77	12.8	32.497	17.0	12.0	16.94	17.00	92	47.9	-4.8	21	78132	6	64	639	152	32	77543	-160
<b>77383</b>																		

PendelNr.	Genährtes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koin- ziden- zen- intervall	Ausschlag in Bogen- minuten am		Pendel- temperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luft- druck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungs- zeit in Uhrzeit- sekunden	Korrekationen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeit- sekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			An- fang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Tempe- ratur	Luft- dichte	Uhrgang	Mit- schwingen		

5. Bieber. 1913. August 26 und 27.

78	9 <sup>16</sup>	32 <sup>8</sup> .627	17 <sup>5</sup>	12 <sup>5</sup>	16 <sup>22</sup>	15 <sup>90</sup>	70	52.1	-3.5	30	77816	6	58	657	206	58	77243	+166
76	10.3	32.456	20.0	14.5	15.90	15.80	70	52.1	-3.5	31	78233	8	53	646	206	58	77674	-265
79	11.0	32.674	17.0	11.8	15.80	15.70	70	52.0	-3.5	31	77702	6	62	634	206	59	77147	+262
77	11.7	32.496	17.5	12.5	15.70	15.50	70	51.9	-3.5	31	78135	6	59	646	206	59	77571	-162
<b>77409</b>																		
78	9 <sup>2</sup>	32.618	17.8	13.0	14.61	14.71	67	51.5	-3.1	34	77838	7	53	659	206	58	77267	+160
76	9.9	32.451	19.5	14.5	14.71	14.89	67	51.4	-3.2	34	78245	8	50	648	206	58	77687	-260
79	10.6	32.666	17.0	12.3	14.89	15.05	67	51.1	-3.2	33	77724	6	59	635	206	59	77171	+256
77	11.3	32.491	17.0	12.4	15.05	15.20	67	50.9	-3.2	32	78147	6	57	647	206	59	77584	-157
<b>77427</b>																		
78	6 <sup>10</sup>	32.610	16.5	12.3	16.24	16.36	67	49.5	-3.5	26	77857	5	59	654	206	58	77287	+157
76	6.7	32.443	19.5	13.5	16.36	16.54	67	49.4	-3.5	26	78265	7	55	643	206	58	77708	-264
79	7.5	32.658	17.5	12.0	16.54	16.60	67	49.4	-3.5	26	77741	6	65	631	206	59	77186	+258
77	9.4	32.486	17.8	12.9	16.54	16.46	67	49.5	-3.5	26	78161	6	63	643	206	59	77596	-152
<b>77444</b>																		

6. Usingen. 1913. August 30 und 31.

78	10 <sup>16</sup>	32 <sup>8</sup> .699	17 <sup>5</sup>	12 <sup>5</sup>	18 <sup>39</sup>	18 <sup>51</sup>	78	34.1	-4.6	99	77642	6	67	635	340	25	77249	+155
76	11.3	32.538	16.8	12.0	18.51	18.59	78	34.1	-4.6	99	78032	6	62	624	340	25	77655	-251
79	12 <sup>0</sup>	32.743	19.0	14.0	18.59	18.69	78	34.2	-4.6	98	77536	7	73	612	340	28	77156	+248
77	12.7	32.573	20.0	14.3	18.69	18.79	78	34.2	-4.6	98	77947	8	71	623	340	28	77557	-153
<b>77404</b>																		
78	1 <sup>15</sup>	32.696	18.5	13.4	18.53	18.59	78	36.3	-4.6	01	77650	7	68	636	340	25	77254	+159
76	10 <sup>5</sup>	32.532	18.3	13.6	18.33	18.35	78	36.1	-4.6	02	78047	7	62	626	340	25	77667	-254
79	11.1	32.740	19.3	14.1	18.35	18.39	78	36.1	-4.6	02	77543	8	72	614	340	28	77161	+252
77	11.8	32.568	19.1	14.0	18.39	18.41	78	36.1	-4.6	02	77959	7	70	626	340	28	77568	-155
<b>77413</b>																		
78	7 <sup>17</sup>	32.695	17.8	12.5	18.53	18.53	78	36.5	-4.6	02	77652	6	67	637	340	25	77257	+161
76	8.4	32.528	18.5	13.3	18.53	18.59	78	36.5	-4.6	02	78057	7	63	626	340	25	77676	-258
79	9.1	32.739	20.0	14.3	18.59	18.68	78	36.7	-4.6	02	77545	8	73	614	340	28	77162	+256
77	9.8	32.564	19.3	14.0	18.68	18.73	78	37.0	-4.6	02	77969	8	71	626	340	28	77576	-158
<b>77418</b>																		

September 1.

78	7 <sup>0</sup>	32 <sup>8</sup> .688	18 <sup>3</sup>	13 <sup>1</sup>	18 <sup>33</sup>	18 <sup>35</sup>	78	37.3	-4.6	03	77669	7	67	638	312	25	77244	+159
76	7.7	32.523	18.5	13.1	18.35	18.37	78	37.5	-4.6	03	78069	7	62	627	312	25	77660	-257
79	8.4	32.735	19.8	14.0	18.37	18.39	78	37.6	-4.6	03	77555	8	72	615	312	28	77144	+259
77	9.6	32.558	19.3	14.0	18.39	18.41	78	37.6	-4.6	03	77984	7	70	627	312	28	77564	-161
<b>77403</b>																		
78	3 <sup>11</sup>	32.687	18.0	13.8	18.21	18.25	78	36.8	-4.6	03	77671	7	66	638	312	25	77247	+158
76	3.8	32.524	18.5	13.8	18.25	18.33	78	36.7	-4.6	03	78066	7	62	627	312	25	77657	-252
79	4.5	32.733	20.0	14.9	18.33	18.37	78	36.6	-4.6	02	77560	8	72	614	312	28	77150	+255
77	5.2	32.557	19.4	14.1	18.37	18.41	78	36.6	-4.6	02	77986	8	70	626	312	28	77566	-161
<b>77405</b>																		

Pendel-Nr.	Gemähltes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzen-intervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Temperatur	Luftdichte	Uhrgang	Mit-schwingen			
<b>7. Idstein. September 3 und 4.</b>																		
					+	+			mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	+	—	0 <sup>s</sup> .50	
78	9 <sup>m</sup> .2	32 <sup>s</sup> .591	18.0	13.0	16 <sup>s</sup> .23	16 <sup>s</sup> .25	85	41.5	-4.4	15	77904	7	59	646	94	29	77257	+161
76	9.9	32.427	18.5	13.6	16.25	16.25	85	41.5	-4.4	15	78304	7	55	635	94	29	77672	-254
79	10.6	32.635	18.5	13.1	16.25	16.27	85	41.7	-4.4	16	77797	7	64	624	94	30	77166	+252
77	11.3	32.462	18.5	13.5	16.27	16.29	85	41.7	-4.4	16	78218	7	62	636	94	30	77577	-159
<b>77418</b>																		
78	9 <sup>m</sup> .0	32.589	18.5	13.3	15.93	15.93	85	41.7	-4.3	16	77908	7	58	647	94	29	77261	+162
76	9.7	32.423	18.8	13.6	15.93	15.99	85	41.7	-4.3	16	78313	7	54	636	94	29	77681	-258
79	10.4	32.635	18.8	13.6	15.99	16.05	85	41.7	-4.3	16	77797	7	63	624	94	30	77167	+256
77	11.1	32.461	18.0	13.1	16.05	16.13	85	41.7	-4.3	16	78221	7	61	636	94	30	77581	-158
<b>77423</b>																		
<b>6. Östrich. September 7 und 8.</b>																		
					+	+			mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	—	—	0 <sup>s</sup> .50	
78	9 <sup>m</sup> .6	32 <sup>s</sup> .537	17.5	12.5	17 <sup>s</sup> .01	16 <sup>s</sup> .99	82	60.7	-4.4	37	78034	6	62	662	30	56	77218	+152
76	10.3	32.376	18.9	13.9	16.99	16.99	82	60.9	-4.4	37	78429	6	57	650	30	56	77629	-259
79	11.0	32.591	17.5	12.5	16.99	16.99	82	61.1	-4.4	37	77904	6	67	638	30	51	77112	+258
77	11.7	32.420	18.5	13.0	16.99	16.98	82	61.1	-4.4	37	78321	7	64	650	30	51	77519	-149
<b>77370</b>																		
78	8 <sup>m</sup> .6	32.537	17.3	12.5	15.99	15.71	72	61.6	-3.6	43	78034	6	58	666	30	56	77218	+160
76	9.3	32.373	19.3	14.0	15.71	15.89	72	61.7	-3.6	43	78436	8	53	655	30	56	77634	-256
79	10.0	32.586	17.5	12.5	15.89	16.11	72	61.7	-3.6	42	77916	6	63	642	30	51	77124	+254
77	10.7	32.412	18.5	13.4	16.11	16.31	72	61.8	-3.6	42	78340	7	61	654	30	51	77537	-159
<b>77378</b>																		
78	3 <sup>m</sup> .5	32.535	16.8	12.3	17.21	17.28	75	61.0	-4.1	37	78039	6	63	662	30	56	77222	+156
76	4.2	32.373	20.9	15.0	17.28	17.35	75	60.7	-4.1	36	78436	9	58	650	30	56	77633	-255
79	4.9	32.587	18.6	12.5	17.35	17.43	75	60.5	-4.1	35	77913	7	69	637	30	51	77119	+259
77	5.6	32.411	20.0	14.5	17.43	17.51	75	60.3	-4.1	35	78343	8	66	649	30	51	77539	-161
<b>77378</b>																		
<b>September 8 und 9.</b>																		
					+	+			mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	—	—	—	—	—	0 <sup>s</sup> .50	
78	9 <sup>m</sup> .7	32 <sup>s</sup> .539	16.3	11.8	17 <sup>s</sup> .23	17 <sup>s</sup> .13	72	61.1	-3.9	37	78029	5	63	662	30	56	77213	+161
76	10.4	32.378	19.3	14.0	17.13	17.03	72	61.1	-3.9	38	78424	7	58	651	30	56	77622	-248
79	11.1	32.588	21.1	15.5	17.03	17.03	72	60.8	-3.9	37	77911	9	67	638	30	51	77116	+258
77	11.8	32.409	20.0	15.0	17.03	17.01	72	60.6	-3.9	37	78347	8	64	650	30	51	77544	-170
<b>77374</b>																		
78	2.9	32.533	16.3	11.4	17.03	17.17	72	56.5	-3.9	32	78044	5	62	658	30	56	77233	+158
76	3.6	32.368	20.0	14.5	17.17	17.33	72	56.3	-3.9	31	78449	8	58	646	30	56	77651	-260
79	4.3	32.584	22.0	16.0	17.33	17.43	72	56.1	-3.9	30	77920	10	68	633	30	51	77128	+263
77	5.0	32.408	20.0	14.5	17.43	17.51	72	56.1	-3.9	30	78350	8	66	645	30	51	77550	-159
<b>77391</b>																		
<b>9. Münster am Stein. September 11 und 12.</b>																		
					+	+			mm	0.9	0 <sup>s</sup> .50	—	—	+	—	—	0 <sup>s</sup> .50	
78	9 <sup>m</sup> .5	32 <sup>s</sup> .623	17.5	12.5	13 <sup>s</sup> .70	13 <sup>s</sup> .42	70	56.3	-3.0	44	77826	6	49	666	220	46	77279	+162
76	10.2	32.456	19.0	14.0	13.42	13.40	68	56.3	-2.9	45	78233	7	45	652	220	46	77703	-262
79	10.9	32.671	18.0	13.0	13.40	13.36	65	56.2	-2.8	45	77710	7	53	640	220	40	77190	+251
77	11.6	32.503	16.8	12.0	13.36	13.30	65	56.2	-2.8	45	78118	5	51	652	220	40	77590	-149
<b>77441</b>																		

Pendel-Nr.	Gemähltes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeits-Relativität	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen				Mittelschwingen	Reduzierte Schwingungszeit in Sternzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende					Temperatur	Luftdichte	Uhrgang					
<b>Potsdam, Mittelkeller. September 28 1913.</b>																		
78	9.5	32.622	17.5	12.5	10.78	10.96	65	54.1	-2.4	51	77828	6	39	671	220	46	77286	+162
76	10.2	32.453	19.5	14.3	10.96	11.22	65	53.8	-2.5	50	778240	8	37	659	220	46	77710	-262
79	10.9	32.669	17.8	12.8	11.22	11.57	65	53.6	-2.5	49	77714	6	45	646	220	40	77197	+151
77	11.6	32.499	17.5	12.5	11.93	12.17	65	53.2	-2.6	46	78127	6	46	657	220	40	77598	-150
																<b>77448</b>		
<b>September 29.</b>																		
78	6.9	32.772	16.4	12.1	14.17	14.18	66	64.3	-3.0	52	77466	6	51	672	8	40	76689	+147
76	7.6	32.610	17.3	12.5	14.18	14.21	66	64.6	-3.0	53	77857	6	48	661	8	40	77094	-258
79	8.3	32.827	16.3	12.0	14.21	14.23	66	64.6	-3.0	53	77335	5	56	649	8	46	76571	+265
77	9.0	32.648	17.3	12.5	14.23	14.25	66	64.6	-3.0	52	77765	6	54	661	8	46	76990	-154
																<b>76836</b>		
78	9.8	32.773	20.1	14.8	14.25	14.29	66	64.6	-3.0	52	77464	8	52	672	8	40	76684	+152
76	10.5	32.609	18.5	13.1	14.29	14.35	66	64.6	-3.0	52	77859	7	48	661	8	40	77095	-259
79	11.2	32.823	21.3	15.0	14.35	14.39	66	64.6	-3.0	52	77344	9	57	648	8	46	76576	+260
77	11.8	32.649	17.5	12.6	14.39	14.43	66	64.5	-3.0	52	77763	6	55	661	8	46	76987	-151
																<b>76836</b>		
<b>September 30.</b>																		
78	6.9	32.769	19.0	13.4	14.07	14.07	66	63.5	-3.0	52	77473	7	51	672	8	40	76695	+143
76	7.6	32.611	17.5	12.5	14.07	14.11	66	63.5	-3.0	52	77854	6	47	661	8	40	77092	-254
79	8.3	32.826	19.5	14.0	14.11	14.15	66	63.5	-3.0	52	77337	8	56	648	8	46	76571	+267
77	9.0	32.648	16.8	11.0	14.15	14.21	66	63.5	-3.0	51	77765	5	54	660	8	46	76992	-154
																<b>76838</b>		
78	9.8	32.773	18.6	13.3	14.25	14.31	66	63.5	-3.0	51	77464	7	52	671	8	40	76686	+152
76	10.5	32.610	17.5	12.8	14.31	14.35	66	63.4	-3.0	51	77857	6	48	660	8	40	77095	-257
79	11.1	32.822	20.0	15.0	14.35	14.39	66	63.3	-3.0	50	77346	8	57	647	8	46	76580	+258
77	11.8	32.648	17.5	12.6	14.39	14.41	66	63.1	-3.0	50	77765	6	55	659	8	46	76991	-153
																<b>76838</b>		
<b>Oktober 1.</b>																		
78	6.9	32.776	18.3	13.3	14.10	14.11	68	59.4	-3.1	46	77457	7	51	668	7	40	76684	+152
76	7.6	32.611	17.5	12.5	14.11	14.15	68	59.4	-3.1	46	77855	6	48	657	7	40	77097	-261
79	8.3	33.825	20.0	15.0	14.15	14.19	68	59.3	-3.1	46	77339	8	56	644	7	46	76578	+258
77	9.0	32.652	17.5	12.5	14.19	14.27	68	59.3	-3.1	46	77755	6	54	657	7	46	76985	-149
																<b>76836</b>		
78	9.8	32.776	18.0	12.5	14.29	14.33	68	59.3	-3.1	45	77457	7	52	667	7	40	76684	+154
76	10.5	32.611	17.0	12.7	14.33	14.39	68	59.1	-3.1	45	77855	6	48	656	7	40	77098	-260
79	11.2	33.826	20.0	14.6	14.39	14.41	68	58.9	-3.1	44	77337	8	57	643	7	46	76576	+262
77	11.8	32.649	17.5	12.6	14.41	14.47	68	58.7	-3.1	44	77762	6	55	655	7	46	76993	-155
																<b>76838</b>		



Pendel-Nr.	Gemähltes Mittel der beobachteten mittleren Zeit	Koinzidenzenintervall	Ausschlag in Bogenminuten am		Pendeltemperatur am		Luftfeuchtigkeit in Prozenten	Luftdruck 700 mm +	Korrektion des Luftdrucks wegen der Feuchtigkeit	Relative Luftdichte	Schwingungszeit in Uhrzeitsekunden	Korrekturen wegen					Reduzierte Schwingungszeit in Stempzeitsekunden	Unterschiede gegen das Mittel
			Anfang	Ende	Anfang	Ende						Ausschlag	Temperatur	Luftdichte	Uhrgang	Mit-schwingen		
78	9.8	32.5776	18.3	12.8	14.31	14.35	70	59.9	-3.2	46	77457	7	52	668	6	40	76684	+153
76	10.5	32.612	17.6	12.8	14.35	14.41	70	59.9	-3.2	46	77852	6	48	657	6	40	77095	-258
79	11.2	32.828	20.0	13.0	14.41	14.45	70	59.8	-3.2	46	77333	7	57	644	6	46	76573	+264
77	11.9	32.649	16.4	12.0	14.45	14.51	70	59.8	-3.2	45	77762	5	55	656	6	46	76994	-157
<b>Oktober 2.</b>																		
78	6.8	32.5775	18.8	12.8	14.05	14.07	70	57.8	-3.2	44	77459	7	51	667	6	40	76688	+151
76	7.5	32.610	17.5	12.5	14.07	14.11	70	58.0	-3.2	44	77857	6	47	655	6	40	77103	-264
79	8.2	32.826	20.0	14.8	14.11	14.17	70	58.1	-3.2	44	77337	8	56	643	6	46	76578	+261
77	9.0	32.652	17.3	12.5	14.17	14.21	70	58.2	-3.2	44	77755	6	54	655	6	46	76988	-149
<b>Oktober 3.</b>																		
78	6.8	32.5775	18.5	13.0	14.15	14.17	70	56.4	-3.2	42	77459	7	51	665	10	40	76686	+153
76	7.5	32.606	17.6	13.1	14.17	14.21	70	56.5	-3.2	42	77867	6	48	654	10	40	77109	-270
79	8.2	32.826	20.0	15.0	14.21	14.25	70	56.5	-3.2	42	77337	8	56	641	10	46	76576	+263
77	9.0	32.653	17.0	12.4	14.25	14.29	70	56.6	-3.2	42	77753	6	54	654	10	46	76983	-144

### § 6. Zusammenstellung der Schwingungszeiten und Berechnung der mittleren Fehler.

*Zusammenstellung der Schwingungszeiten.*

An die Schwingungszeiten in *Potsdam* ist die Reduktion auf Pfeiler 31 des Pendelsaales angebracht.

Tabelle I.

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		MP	
			Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v	Schwingungszeit	v
	Potsdam	1	0.5076688	+1	0.5077095	+1	0.5076589	-6	0.5077001	+4	0.5076843	+3
		2	6690	-1	7103	+3	6586	-3	7004	+1	6846	0
		3	6683	+6	7109	-3	6581	+2	7005	0	6845	+1
		4	6687	+2	7104	+2	6582	+1	7004	+1	6844	+2
		5	6687	+2	7107	-1	6582	+1	7008	-3	6846	0
		6	6688	+1	7104	+2	6577	+6	7008	-3	6844	+2
		7	6685	+4	7106	0	6581	+2	7007	-2	6845	+1
		8	6698	-9	7105	+1	6578	+5	7005	0	6847	-1
		9	6686	+3	7103	+3	6585	-2	6999	+6	6843	+3
		10	6691	-2	7108	-2	6582	+1	7008	-3	6847	-1
		11	6686	+3	7103	+3	6579	+4	7009	-4	6844	+2
		12	6685	+4	7110	-4	6581	+2	7005	0	6845	+1
		13	6694	-5	7103	+3	6587	-4	7005	0	6847	-1
		14	6695	-6	7110	-4	6579	+4	7004	+1	6847	-1
		15	6685	+4	7109	-3	6588	-5	7004	+1	6847	-1
		16	6689	0	7108	-2	6588	-5	7005	0	6848	-2
		17	6691	-2	7108	-2	6591	-8	6998	+7	6847	-1
		Mittelwerte und [v]	0.5076689	263	0.5077106	229	0.5076583	287	0.5077005	152	0.5076846	43

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		MP	
			Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v
1	Gerstungen	1	0.5077076	+ 5	0.5077497	+ 2	0.5076977	0	0.5077383	+ 3	0.5077233	+ 3
		2	7085	- 4	7502	- 3	6978	- 1	7387	- 1	7238	- 2
		3	7082	- 1	7499	0	6979	- 2	7385	+ 1	7236	0
		4	7081	0	7498	+ 1	6973	+ 4	7387	- 1	7235	+ 1
		Mittelwerte und [v]	0.5077081	42	0.5077499	14	0.5076977	21	0.5077386	12	0.5077236	14
2	Geisa	1	0.5077158	+ 11	0.5077579	+ 9	0.5077056	+ 9	0.5077466	+ 10	0.5077315	+ 9
		2	7166	+ 3	7582	+ 6	7064	+ 1	7472	+ 4	7321	+ 3
		3	7168	+ 1	7588	0	7065	0	7475	+ 1	7324	0
		4	7182	- 13	7601	- 13	7076	- 11	7489	- 13	7337	- 13
		Mittelwerte und [v]	0.5077169	300	0.5077588	286	0.5077065	203	0.5077476	286	0.5077324	259
3	Fulda	1	0.5077197	+ 6	0.5077619	+ 2	0.5077075	+ 5	0.5077505	+ 6	0.5077349	+ 5
		2	7199	+ 4	7611	+ 10	7071	+ 9	7502	+ 9	7346	+ 8
		3	7212	- 9	7627	- 6	7090	- 10	7520	- 9	7362	- 8
		4	7205	- 2	7626	- 5	7082	- 2	7516	- 5	7357	- 3
		Mittelwerte und [v]	0.5077203	137	0.5077621	165	0.5077080	210	0.5077511	223	0.5077354	162
4	Schlüchtern	1	0.5077204	+ 8	0.5077630	+ 9	0.5077106	+ 11	0.5077517	+ 15	0.5077364	+ 12
		2	7215	- 3	7646	- 5	7120	- 3	7536	- 4	7379	- 3
		3	7218	- 6	7646	- 5	7126	- 9	7543	- 11	7383	- 7
		Mittelwerte und [v]	0.5077212	109	0.5077641	131	0.5077117	211	0.5077532	362	0.5077376	202
		5	Bieber	1	0.5077243	+ 23	0.5077674	+ 16	0.5077147	+ 21	0.5077571	+ 13
2	7267			- 1	7687	+ 3	7171	- 3	7584	0	7427	0
3	7287			- 21	7708	- 18	7186	- 18	7596	- 12	7444	- 17
Mittelwerte und [v]	0.5077266			971	0.5077690	589	0.5077168	774	0.5077584	313	0.5077427	613
6	Usingen			1	0.5077249	+ 1	0.5077655	+ 8	0.5077156	- 1	0.5077557	+ 9
		2	7254	- 4	7667	- 4	7161	- 6	7568	- 2	7413	- 4
		3	7257	- 7	7676	- 13	7162	- 7	7576	- 10	7418	- 9
		4	7244	+ 6	7660	+ 3	7144	+ 11	7564	+ 2	7403	+ 6
		5	7247	+ 3	7657	+ 6	7150	+ 5	7566	0	7405	+ 4
		Mittelwerte und [v]	0.5077250	111	0.5077663	294	0.5077155	232	0.5077566	189	0.5077409	174
7	Idstein	1	0.5077257	+ 2	0.5077672	+ 5	0.5077166	+ 1	0.5077577	+ 2	0.5077418	+ 3
		2	7261	- 2	7681	- 4	7167	- 0	7581	- 2	7423	- 2
		Mittelwerte und [v]	0.5077259	8	0.5077677	41	0.5077167	10	0.5077579	8	0.5077421	13
8	Östrich	1	0.5077218	+ 3	0.5077629	+ 5	0.5077112	+ 8	0.5077519	+ 19	0.5077370	+ 8
		2	7218	+ 3	7634	0	7124	- 4	7537	+ 1	7378	- 0
		3	7222	- 1	7633	+ 1	7119	+ 1	7539	- 1	7378	- 0
		4	7213	+ 8	7622	+ 12	7116	+ 4	7544	- 6	7374	+ 4
		5	7233	- 12	7651	- 17	7128	- 8	7550	- 12	7391	- 13
		Mittelwerte und [v]	0.5077221	227	0.5077634	459	0.5077120	161	0.5077538	543	0.5077378	249
9	Münster am Stein	1	0.5077279	+ 4	0.5077703	+ 4	0.5077190	+ 4	0.5077590	+ 4	0.5077441	+ 4
		2	7286	- 3	7710	- 3	7197	- 3	7598	- 4	7448	- 3
		Mittelwerte und [v]	0.5077283	25	0.5077707	25	0.5077194	25	0.5077594	32	0.5077445	25

Nr.	Station	Nummer der Beobachtung	Pendel Nr. 78		Pendel Nr. 76		Pendel Nr. 79		Pendel Nr. 77		MP	
			Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v	Schwin- gungs- zeit	v
	Potsdam	1	0. <sup>s</sup> 5076692	— 2	0. <sup>s</sup> 5077097	+ 4	0. <sup>s</sup> 5076574	+ 5	0. <sup>s</sup> 5076993	— 1	0. <sup>s</sup> 5076839	+ 2
		2	6687	+ 3	7098	+ 3	6579	0	6990	+ 2	6839	+ 2
		3	6698	— 8	7095	+ 6	6574	+ 5	6995	— 3	6841	0
		4	6689	+ 1	7098	+ 3	6583	— 4	6994	— 2	6841	0
		5	6687	+ 3	7100	+ 1	6581	— 2	6988	+ 4	6839	+ 2
		6	6687	+ 3	7101	— 0	6579	0	6996	— 4	6841	0
		7	6690	0	7101	0	6581	— 2	6994	— 2	6842	— 1
		8	6687	+ 3	7098	+ 3	6576	+ 3	6997	— 5	6840	+ 1
		9	6691	— 1	7106	— 5	6581	— 2	6991	+ 1	6842	— 1
		10	6689	+ 1	7112	— 11	6579	0	6986	+ 6	6842	— 1
	Mittelwerte und [v v]		0.5076690	107	0.5077101	226	0.5076579	87	0.5076992	116	0.5076841	16
	Summe der [v v]			2300		2459		2212		2236		1770

Für die Stationen *Potsdam I* und *II* berechnen wir den mittleren Fehler der Schwingungszeit der einzelnen Pendel und des mittleren Pendels allein aus der inneren Übereinstimmung der Beobachtungen. Diese sind mit einer anderen Pendeluhr (RIEFLER Nr. 96) als die Außenstationsbeobachtungen (STRASSER u. ROHDE Nr. 101) angestellt; auch ist bei ihnen nicht das Programm für Außenstationen mit der Beobachtung von zwei um etwa 12 Stunden von einander entfernten Tagesreihen durchgeführt. Bei der einwandfreien Aufstellung der benutzten Pendeluhr RIEFLER Nr. 96 im Uhrkeller des Geodätischen Instituts und dem vorzüglichen Gange der Uhr war eine derartige Anordnung der Beobachtungen nicht notwendig. Dagegen wurden die Beobachtungen auf mindestens 5 verschiedene Tage verteilt, in welcher Zeit stets mehr als 3 Zeitbestimmungen erhalten wurden. Die angewendeten täglichen Gänge waren also auch nach Möglichkeit unabhängig und gesichert.

Für *Potsdam I* und *II* erhält man:

*Mittlere Fehler einer Schwingungszeit der Pendel in Potsdam  
für eine Beobachtung:*

Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	MP.
Potsdam I				
$\pm 4.2 \times 10^{-7}$	$\pm 3.8 \times 10^{-7}$	$\pm 4.2 \times 10^{-7}$	$\pm 3.0 \times 10^{-7}$	$\pm 1.6 \times 10^{-7}$
Potsdam II				
$\pm 3.5 \times 10^{-7}$	$\pm 5.0 \times 10^{-7}$	$\pm 3.1 \times 10^{-7}$	$\pm 3.6 \times 10^{-7}$	$\pm 1.3 \times 10^{-7}$

Für die mittleren Fehler des Mittelwertes aller beobachteten Schwingungszeiten für das mittlere Pendel, die für uns nur in Betracht kommen, erhalten wir

für Potsdam I	$\pm 0.4 \times 10^{-7}$
„ „ II	$\pm 0.5 \times 10^{-7}$ .

Der in unserer Fehlerberechnung zu verwendende mittlere Fehler für den Unterschied einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels in *Potsdam* gegen den gleichen Wert einer Außenstation wird demnach

$$\pm 0.3 \times 10^{-7}.$$

Diesen Wert werden wir späterhin benutzen.

In der vorstehenden Tabelle I fallen besonders auf die großen  $[vv]$  der einzelnen Pendel und des mittleren Pendels auf der Station *Bieber*. Hier ist außer den üblichen zwei Tagesreihen in 12 stündigem Abstände noch eine Zusatzreihe beobachtet. Die beiden Tagesreihen wichen so stark von einander ab, daß ich zur Sicherung der offenbar durch Änderung des Uhranges hervorgerufenen Unterschiede der beiden Reihen vor der zweiten Zeitbestimmung noch eine dritte Reihe beobachtete, die eine weitere regelmäßige Abweichung von den beiden ersten Reihen zeigte. Daß die drei Reihen im Mittel die Änderung des Uhranges gut zum Verschwinden bringen, zeigen die Mittel aus der ersten und dritten Reihe, die fast genau die Werte der zweiten Reihe ergeben. Die starke Änderung des Uhranges ist jedenfalls der Aufstellung der Uhr auf sehr ausgetrocknetem Zementboden zuzuschreiben.

*Zusammenstellung der Schwingungszeiten*

Die Schwingungszeiten der Pendel in *Potsdam* sind durch Addition

Tabelle II

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	$[vv]$	Schwingungszeit	$[vv]$
1	Potsdam I . . . . .	1	0.5076689	2	0.5077099	32
		2	6685	8	7107	13
		3	6688	1	7106	5
		4	6692	85	7106	1
		5	6689	13	7106	13
		6	6686	1	7107	25
		7	6695	1	7107	25
		8	6685	.	7109	.
		9	6690	2	7108	0
		Mittelwerte und $[vv]$		0.5076689	113	0.5077106
1	Gerstungen . . . . .	1	0.5077081	41	0.5077500	13
		2	7081	1	7499	1
	Mittelwerte und $[vv]$		0.5077081	42	0.5077499	14
2	Geisa . . . . .	1	0.5077162	32	0.5077581	5
		2	7175	98	7595	85
	Mittelwerte und $[vv]$		0.5077169	130	0.5077588	90
3	Fulda . . . . .	1	0.5077198	2	0.5077615	32
		2	7209	25	7627	1
	Mittelwerte und $[vv]$		0.5077203	27	0.5077621	33
4	Schlüchtern . . . . .	1	0.5077210	61	0.5077638	128
		2	7218	.	7646	.
	Mittelwerte und $[vv]$		0.5077212	61	0.5077641	128

Aus der Gesamtheit der Beobachtungen erhalten wir bei 59 Einzelbeobachtungen in 11 Gruppenmitteln für den durchschnittlichen mittleren Fehler der Beobachtung eines einzelnen und des mittleren Pendels die folgenden Werte in Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeit:

$$m'_{78} = \pm 6^{\cdot}9; \quad m'_{76} = \pm 7^{\cdot}2; \quad m'_{79} = \pm 6^{\cdot}8; \quad m'_{77} = \pm 6^{\cdot}8; \\ m'_I = \pm 6^{\cdot}1$$

und der mittlere Fehler eines Tagesmittels wird  $m_I = \pm 4^{\cdot}4$ .

Der Zusammenhang zwischen zufälligen und systematischen Fehlern wird dargestellt durch die Gleichungen:

$$\mu^2 + \kappa^2 = \frac{9207}{4 \times 48} = 47.95 \\ \frac{\mu^2}{4} + \kappa^2 = \frac{1770}{48} = 36.88 \\ \mu = \pm 3^{\cdot}8 \times 10^{-7}; \quad \kappa = \pm 5^{\cdot}8 \times 10^{-7}.$$

Der große Wert von  $\kappa$  rührt her von dem Einfluß der durch veränderlichen Uhrgang beeinflussten Stationen *Bieber* und *Östrich*.

*der Pendel in Tagesmitteln.*

von  $3^{\cdot}8 \times 10^{-7}$  auf den Pfeiler 31 des Pendelsaales bezogen.

Tabelle II.

Nr. 79		Nr. 77		M <sub>P</sub>			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v]	Schwingungszeit	[v v] II	[v v] III	
0 <sup>·</sup> 5076588	5	0 <sup>·</sup> 5077003	5	0 <sup>·</sup> 5076845	5	5	2
6582	1	7005	1	6845	1	1	2
6580	13	7008	0	6845	2	1	2
6580	5	7006	2	6846	2	8	2
6584	5	7004	41	6845	8	1	2
6580	2	7007	8	6845	1	2	2
6583	32	7005	1	6847	0	8	2
6588	.	7004	.	6847	.	.	1
6590	5	7002	25	6848	1	1	2
0.5076583	68	0.5077005	83	0.5076846	20	27	
0.5076978	1	0.5077385	8	0.5077236	13	2	2
6976	18	7386	2	7236	1	1	2
0.5076977	19	0.5077386	10	0.5077236	14	3	
0.5077060	32	0.5077469	18	0.5077318	18	0	2
7071	61	7482	98	7331	85	1	2
0.5077065	93	0.5077476	116	0.5077324	103	1	
0.5077073	8	0.5077504	5	0.5077348	5	1	2
7086	32	7518	8	7360	13	1	2
0.5077080	40	0.5077511	13	0.5077354	18	2	
0.5077113	98	0.5077527	181	0.5077372	113	2	2
7126	.	7543	.	7383	.	.	1
0.5077117	98	0.5077532	181	0.5077376	113	2	

Nr. der Station	Station	Nr. der Beobachtungsreihe	Nr. 78		Nr. 76	
			Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]
5	Bieber.....	1	0 <sup>s</sup> .5077255	128	0 <sup>s</sup> .5077681	85
		2	7287	.	7708	.
		Mittelwerte und [ <i>vv</i> ]	0.5077266	128	0.5077690	85
6	Usingen.....	1	0.5077252	13	0.5077661	72
		2	7257	.	7676	.
		3	7246	5	7659	5
		Mittelwerte und [ <i>vv</i> ]	0.5077250	18	0.5077663	77
7	Idstein.....	1	0.5077259	8	0.5077677	41
8	Östrich.....	1	0.5077218	0	0.5077632	13
		2	7222	.	7633	.
		3	7223	200	7637	421
		Mittelwerte und [ <i>vv</i> ]	0.5077221	200	0.5077634	434
9	Münster am Stein.....	1	0.5077283	25	0.5077707	25
		Potsdam II.....	1	0.5076690	13	0.5077098
		2	6694	41	7097	5
		3	6687	0	7101	1
		4	6689	5	7100	5
		5	6690	2	7109	18
	Mittelwerte und [ <i>vv</i> ]	0.5076690	61	0.5077101	30	

In die vorstehende Tabelle II sind auch die Beobachtungen in *Potsdam I* und *II* mit aufgenommen und zu je zwei, soweit sie zusammengehören, zu Mitteln vereinigt. In der Kolonne [*vv*]<sub>II</sub> sind die Summen der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte von ihren Mitteln aufgeführt, wie sie beobachtet sind. In der Kolonne [*vv*]<sub>III</sub> sind die Quadrate der Abweichungen der durch Mittelbildung auf die gleiche Beobachtungszeit zurückgeführten Werte der Schwingungszeiten der mittleren Pendel aufgeführt. In den Werten unter II treten die Einflüsse der Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr deutlich hervor, die in den Werten unter III fast völlig verschwinden.

Aus den 54 Einzelwerten in 27 Gruppenmitteln erhält man die folgenden durchschnittlichen mittleren Beobachtungsfehler für die Einzelpendel und für die mittleren Pendel in Einheiten der 7. Dezimalen der Schwingungszeit:

$$m'_{78} = \pm 5^s.5; m'_{76} = \pm 6^s.2; m'_{79} = \pm 5^s.7; m'_{77} = \pm 5^s.5 \text{ und } m'_{II} = \pm 5^s.0$$

als mittlerer durchschnittlicher Fehler der Beobachtung einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels; für das Mittel aus zwei Tagesreihen folgt:

$$m_{II} = \pm 3^s.6.$$

Diese mittleren Fehler sind voll beeinflusst von den Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr. Eine Trennung der systematischen

Nr. 79		Nr. 77		Mp			Anzahl der Beobachtungen
Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ]	Schwingungszeit	[ <i>vv</i> ] II	[ <i>vv</i> ] III	
0. <sup>s</sup> 5077159 7186	288 .	0. <sup>s</sup> 5077578 7596	85 .	0. <sup>s</sup> 5077418 7444	162 .	0 .	2 1
0.5077168	288	0.5077584	85	0.5077427	162	0	
0.5077159 7162 7147	13 . 18	0.5077563 7576 7565	61 . 2	0.5077409 7418 7404	41 . 2	1 . 2	2 1 2
0.5077155	31	0.5077566	63	0.5077409	43	3	
0.5077167	1	0.5077579	8	0.5077421	13	2	2
0.5077118 7119 7122	72 . 72	0.5077528 7539 7547	162 . 18	0.5077374 7378 7383	32 . 145	18 . 32	2 1 2
0.5077120	144	0.5077538	180	0.5077378	177	50	
0.5077194	25	0.5077594	32	0.5077445	25	0	2
0.5076577 6579 6580 6580 6580	13 41 2 5 2	0.5076992 6994 6992 6996 6989	5 1 32 5 13	0.5076839 6841 6840 6841 6842	0 0 2 2 0	2 8 2 1 2	2 2 2 2 2
0.5076579	63	0.5076992	56	0.5076841	8	15	

und zufälligen Fehler gibt die Werte:  $\mu' = \pm 3^s.1$   $\alpha' = \pm 4^s.8$ . Von den Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsurh frei sind die unter [*vv*]<sub>III</sub> aufgeführten Werte nach der Art ihres Entstehens. Der mittlere durchschnittliche Fehler einer Beobachtung einer Schwingungszeit eines mittleren Pendels wird

$$m'_{III} = \pm 2^s.0,$$

und der mittlere Fehler eines aus zwei solchen Beobachtungen bestehenden Tagesmittels

$$m_{III} = \pm 1^s.4.$$

Diesen Wert werden wir bei der endgültigen Fehlerberechnung einführen auch für die Stationen, auf denen mehr als zwei Tagesreihen beobachtet worden sind.

Leitet man den gleichen mittleren Fehler nur allein für die Außenstationen ab, so folgt

$$m''_{II} = \pm 4^s.9 \quad \text{und} \quad m''_{III} = \pm 2^s.1.$$

Die gute Übereinstimmung des letzten Wertes mit dem oben erhaltenen zeigt, daß die Uhr auf den Außenstationen einen genügend regelmäßigen Gang gehabt hat. Um den Einfluß der Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsurh auf den mittleren Fehler festzustellen, kann man bilden

$$m_{st} = \sqrt{m''_{II}{}^2 - m''_{III}{}^2} = \pm 3^s.0.$$

§ 7. Einfluß der Veränderlichkeit der Schwingungszeiten der Pendel auf die Unterschiede Potsdam weniger Außenstation.

Die Anschlußmessungen in *Potsdam* ergeben die folgende Werte:

	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	<i>Mp</i>
Potsdam I	0 <sup>s</sup> .5076689	0 <sup>s</sup> .5077106	0 <sup>s</sup> .5076583	0 <sup>s</sup> .5077005	0 <sup>s</sup> .5076846
„ II	0.5076690	0.5077101	0.5076579	0.5076992	0.5076841
Unterschied I—II	+ 1	— 5	— 4	— 13	— 5

Die Unterschiede I—II sind gering und zeigen, daß die Pendel sich auf der Reise genügend unveränderlich erhalten haben. Um den Einfluß zu bestimmen, den die Veränderlichkeit der Pendel auf den mittleren Fehler der Bestimmung eines Unterschiedes der Schwingungszeiten des mittleren Pendels in *Potsdam* gegen den gleichen Wert einer Außenstation hat, gehen wir wieder von den Unterschieden der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel gegen die des mittleren Pendels aus. In der folgenden Tabelle III sind diese Unterschiede für jede einzelne Beobachtung aufgeführt. Daneben stehen die Abweichungen der Unterschiede von ihrem Gesamtmittel.

Tabelle III.

Nummer der Station	Station	Nummer der Beobachtung	Unterschiede mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzelunterschiede vom Gesamtmittel aller Beobachtungen			
			Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
Potsdam .....		1	+ 155	— 252	+ 254	— 158	+ 1	— 8	+ 7	+ 2
		2	+ 156	— 257	+ 260	— 158	0	— 3	+ 1	+ 2
		3	+ 162	— 264	+ 264	— 160	— 6	+ 4	— 3	+ 4
		4	+ 157	— 260	+ 262	— 160	— 1	0	— 1	+ 4
		5	+ 159	— 261	+ 264	— 162	— 3	+ 1	— 3	+ 6
		6	+ 156	— 260	+ 267	— 164	0	0	— 6	+ 8
		7	+ 160	— 261	+ 264	— 162	— 4	+ 1	— 3	+ 6
		8	+ 149	— 258	+ 269	— 158	+ 7	— 2	— 8	+ 2
		9	+ 157	— 260	+ 258	— 156	— 1	0	+ 3	0
		10	+ 156	— 261	+ 265	— 161	0	+ 1	— 4	+ 5
		11	+ 158	— 259	+ 265	— 165	— 2	— 1	— 4	+ 9
		12	+ 160	— 265	+ 264	— 160	— 4	+ 5	— 3	+ 4
		13	+ 153	— 256	+ 260	— 158	+ 3	— 4	+ 1	+ 2
		14	+ 152	— 263	+ 268	— 157	+ 4	+ 3	— 7	+ 1
		15	+ 162	— 262	+ 259	— 157	— 6	+ 2	+ 2	+ 1
		16	+ 159	— 260	+ 260	— 157	— 3	0	+ 1	+ 1
		17	+ 156	— 261	+ 256	— 151	0	+ 1	+ 5	— 5
	Mittelwerte und [vv]		+ 157	— 260	+ 262	— 159	203	152	308	334
I Gerstungen .....		1	+ 157	— 264	+ 256	— 150	— 1	+ 4	+ 5	— 6
		2	+ 153	— 264	+ 260	— 149	+ 3	+ 4	+ 1	— 7
		3	+ 154	— 263	+ 257	— 149	+ 2	+ 3	+ 4	— 7
		4	+ 154	— 263	+ 262	— 152	+ 2	+ 3	— 1	— 4
	Mittelwerte und [vv]		+ 155	— 264	+ 259	— 150	18	50	43	150



Nummer der Station	Station	Nummer der Beobachtung	Unterschiede mittleres Pendel weniger				Abweichungen der Einzel- unterschiede vom Gesamt- mittel aller Beobachtungen			
			Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77	Nr. 78	Nr. 76	Nr. 79	Nr. 77
2	Geisa .....	1	+ 157	- 264	+ 259	- 151	- 1	+ 4	+ 2	- 5
		2	+ 155	- 261	+ 257	- 151	+ 1	+ 1	+ 4	- 5
		3	+ 156	- 264	+ 259	- 151	0	+ 4	+ 2	- 5
		4	+ 155	- 264	+ 261	- 152	+ 1	+ 4	0	- 4
	Mittelwerte und [v]		+ 156	- 263	+ 259	- 151	3	49	24	91
3	Fulda .....	1	+ 152	- 270	+ 274	- 156	+ 4	+ 10	- 13	0
		2	+ 147	- 265	+ 275	- 156	+ 9	+ 5	- 14	0
		3	+ 150	- 265	+ 272	- 158	+ 6	+ 5	- 11	+ 2
		4	+ 152	- 269	+ 275	- 159	+ 4	+ 9	- 14	+ 3
	Mittelwerte und [v]		+ 150	- 267	+ 274	- 156	149	231	682	13
4	Schlichtern .....	1	+ 160	- 266	+ 258	- 153	- 4	+ 6	+ 3	- 3
		2	+ 164	- 267	+ 259	- 157	- 8	+ 7	+ 2	+ 1
		3	+ 165	- 263	+ 257	- 160	- 9	+ 3	+ 4	+ 4
	Mittelwerte und [v]		+ 163	- 265	+ 258	- 157	161	94	29	26
5	Bieber .....	1	+ 166	- 265	+ 262	- 162	- 10	+ 5	- 1	+ 6
		2	+ 160	- 260	+ 256	- 157	- 4	0	+ 5	+ 1
		3	+ 157	- 264	+ 258	- 152	- 1	+ 4	+ 3	- 4
	Mittelwerte und [v]		+ 161	- 263	+ 259	- 157	117	41	35	53
6	Usingen .....	1	+ 155	- 251	+ 248	- 153	+ 1	- 9	+ 13	- 3
		2	+ 159	- 254	+ 252	- 155	- 3	- 6	+ 9	- 1
		3	+ 161	- 258	+ 256	- 158	- 5	- 2	+ 5	+ 2
		4	+ 159	- 257	+ 259	- 161	- 3	- 3	+ 2	+ 5
		5	+ 158	- 252	+ 255	- 161	- 2	- 8	+ 6	+ 5
	Mittelwerte und [v]		+ 158	- 254	+ 254	- 158	48	194	315	64
7	Idstein .....	1	+ 161	- 254	+ 252	- 159	- 5	- 6	+ 9	+ 3
		2	+ 162	- 258	+ 256	- 158	- 6	- 2	+ 5	+ 2
	Mittelwerte und [v]		+ 162	- 256	+ 254	- 159	61	40	106	13
8	Östlich .....	1	+ 152	- 259	+ 258	- 149	+ 4	- 1	+ 3	- 7
		2	+ 160	- 256	+ 254	- 159	- 4	- 4	+ 7	+ 3
		3	+ 156	- 255	+ 259	- 161	0	- 5	+ 2	+ 5
		4	+ 161	- 248	+ 258	- 170	- 5	- 12	+ 3	+ 14
		5	+ 158	- 260	+ 263	- 159	- 2	0	- 2	+ 3
	Mittelwerte und [v]		+ 157	- 256	+ 258	- 160	61	186	75	288
9	Münster am Stein...	1	+ 162	- 262	+ 251	- 149	- 6	+ 2	+ 10	- 7
		2	+ 162	- 262	+ 251	- 150	- 6	+ 2	+ 10	- 6
	Mittelwerte und [v]		+ 162	- 262	+ 251	- 150	72	8	200	85
Potsdam .....	1	+ 147	- 258	+ 265	- 154	+ 9	- 2	- 4	- 2	
	2	+ 152	- 259	+ 260	- 151	+ 4	- 1	+ 1	- 5	
	3	+ 143	- 254	+ 267	- 154	+ 13	- 6	- 6	- 2	
	4	+ 152	- 257	+ 258	- 153	+ 4	- 3	+ 3	- 3	
	5	+ 152	- 261	+ 258	- 149	+ 4	+ 1	+ 3	- 7	
	6	+ 154	- 260	+ 262	- 155	+ 2	0	- 1	- 1	
	7	+ 152	- 259	+ 261	- 152	+ 4	- 1	0	- 4	
	8	+ 153	- 258	+ 264	- 157	+ 3	- 2	- 3	+ 1	
	9	+ 151	- 264	+ 261	- 149	+ 5	+ 4	0	- 7	
	10	+ 153	- 270	+ 263	- 144	+ 3	+ 10	- 2	- 12	
	Mittelwerte und [v]		+ 151	- 260	+ 262	- 153	361	172	85	302
	Gesamtmittel und $\Sigma$ [v]		+ 156	- 260	+ 261	- 156	1254	1217	1902	1419

1. Ableitung des Einflusses der Veränderlichkeit der Pendel auf den Unterschied der Schwingungszeiten der Pendel in Potsdam gegen die gleichen Werte auf den Außenstationen.

Sieht man wieder die Abweichungen der Unterschiede der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel von dem Gesamtmittel sämtlicher beobachteter Werte als zufällige Fehler an, was sie ja streng genommen nicht sind, so erhält man nach den Regeln der Methode der kleinsten Quadrate als durchschnittlichen mittleren Fehler der Beobachtung einer Schwingungszeit eines Pendels:

$$m'_{IV} = \frac{\sum [vv]_i}{4n - (n + 3)} = \frac{\sum [vv]_i}{3n - 3},$$

wo  $i = 78, 76, 79, 77$  und  $n =$  Anzahl der Beobachtungen.

$$m'_{IV} = \frac{1254 + 1217 + 1902 + 1419}{3 \times 59 - 3} = 33.29$$

$$m'_{IV} = \pm 5^s.8 \times 10^{-7}$$

als mittleren Fehler der Beobachtung einer Schwingungszeit und

$$m_{IV} = \pm 2^s.9 \times 10^{-7}$$

als mittlerer Fehler eines mittleren Pendels.

Vergleicht man mit diesen Werten den auf Seite 123 aus der inneren Übereinstimmung der Schwingungszeiten der einzelnen Pendel auf den verschiedenen Stationen abgeleiteten durchschnittlichen mittleren Fehler einer Schwingungszeit eines Pendels

$$m'_I = \pm 6^s.1 \times 10^{-7},$$

so fällt die geringe Abweichung der beiden aus der Gesamtheit der Beobachtungen sich ergebenden mittleren Fehler auf. Der letztere Wert ist etwas größer als der erstere. Es ist das darauf zurückzuführen, daß der mittlere Fehler  $m'_I$  voll beeinflußt ist von den Änderungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr auf den Stationen mit eintägiger Dauer sowohl als vor allem auf denen mit zwei und mehrtägiger Dauer und nur 2 Zeitbestimmungen.

Der mittlere Fehler  $m'_{IV}$  ist fast frei von dem Einfluß dieser Veränderungen, da der Uhrgang sich während der Beobachtungsdauer der Pendel sehr beständig gehalten hat. In ihm zum Spruch kommen aber die durch die Längenänderung der Pendel hervorgerufenen Änderungen der Schwingungszeiten der Pendel sowohl auf den einzelnen Stationen als auch von Station zu Station.

Um den quadratischen Einfluß der Veränderlichkeit der Pendel auf die Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation zu berechnen, nehmen wir wieder den auf Seite 125 berechneten mittleren durchschnittlichen Fehler der Schwingungszeit eines mittleren Pendels  $m'_{III} = \pm 2^s.0 \times 10^{-7}$  zu Hilfe, der nach seiner Entstehungsart frei ist von den systematischen Einflüssen der Schwankungen des täglichen Ganges der Beobachtungsuhr. Bezeichnet man den gesuchten Einfluß der Veränderlichkeit mit  $\lambda_m$ , so erhält man

$$\lambda_m^2 = 2.9^2 - 2.0^2 = 8.41 - 4.00 = 4.41.$$

Da die Station *Potsdam* doppelt beobachtet ist, gilt für diese Station

$$\frac{1}{2} \lambda_m^2 = 2.21$$

und der quadratische Einfluß der Veränderlichkeit der Pendel auf den Unterschied der Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* wird

$$\lambda^2 = \frac{3}{2} \lambda_m^2 = 6.62$$

2. Bei der zweiten Abteilung folgen wir wieder nach Seite 51 der Methode des Herrn Geheimrat BORRASS, der von den Mittelwerten der Unterschiede der Schwingungszeiten der Einzelpendel gegen ihr mittleres Pendel für jede Station ausgeht. Diese Unterschiede sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Nummer der Station	Station	Die Stationsmittelwerte der Unterschiede				Anzahl der Beobach- tungen n	Abweichungen der Einzelwerte vom Gesamtmittel				[v v]	$\frac{1}{n}$
		$M_P-78$	$M_P-76$	$M_P-79$	$M_P-77$		$v_{78}$	$v_{76}$	$v_{79}$	$v_{77}$		
1	Potsdam I	+ 157	- 260	+ 262	- 159	17	0	- 1	- 3	+ 5	35	0.059
2	Gerstungen	+ 155	- 264	+ 259	- 150	4	+ 2	+ 3	0	- 4	29	0.250
3	Geisa	+ 156	- 263	+ 259	- 151	4	+ 1	+ 2	0	- 3	14	0.250
4	Fulda	+ 150	- 267	+ 274	- 156	4	+ 7	+ 6	- 15	+ 2	314	0.250
5	Schlüchtern	+ 163	- 265	+ 258	- 157	3	- 6	+ 4	+ 1	+ 3	62	0.333
6	Bieber	+ 161	- 263	+ 259	- 157	3	- 4	+ 2	0	+ 3	29	0.333
7	Usingen	+ 158	- 254	+ 254	- 158	5	- 1	- 7	+ 5	+ 4	91	0.200
8	Idstein	+ 162	- 256	+ 254	- 159	2	- 5	- 5	+ 5	+ 5	100	0.500
9	Östrich am Rhein	+ 157	- 256	+ 258	- 160	5	0	- 5	+ 1	+ 6	62	0.200
10	Münster am Stein	+ 162	- 262	+ 251	- 150	2	- 5	+ 1	+ 8	- 4	106	0.500
11	Potsdam II	+ 151	- 260	+ 262	- 153	10	+ 6	- 1	- 3	- 1	47	0.100
Mittelwerte und Summen		+ 157	- 261	+ 259	- 154					$\Sigma$	889	2.975

In der Formel

$$[v v] = 3 \frac{r-1}{r} \cdot \mu^2 \Sigma \frac{1}{n} + 3(r-1) \lambda^2$$

ist  $r = 11$  zu setzen, für  $\mu$  nehmen wir den auf Seite 123 abgeleiteten von systematischen Einflüssen befreiten mittleren Fehler zu  $\pm 3.8$  an.

$$889 = \frac{30}{11} \times 3.8^2 \times 2.975 + 30 \lambda^2$$

$$\lambda^2 = 25.73$$

$$\lambda_m^2 = \frac{\lambda^2}{4} = 6.43$$

Wird für *Potsdam*  $\frac{1}{2} \lambda_m^2 = 3.22$  gesetzt, so erhalten wir wieder als quadratischen Einfluß der Veränderung des mittleren Pendels auf den Unterschied *Potsdam* weniger Außenstation:

$$\frac{3}{2} \lambda_m^2 = 9.65.$$

Der nach der ersten Methode abgeleitete Wert 6.62 weicht erheblich von dem hier ermittelten ab. Es liegt das allein an der stark abweichenden Station *Fulda*, deren Fehlerquadratsumme  $\frac{1}{3}$  der ganzen ist. Läßt man diese Station fort, so erhält man für  $\frac{3}{2} \lambda_m^2 = 6.51$  einen Wert, der dem ersten fast gleich ist. Für unsere Fehlerberechnung nehmen wir aber den größten der drei Werte mit 9.65 als quadratischen Einfluß der Veränderung an.

Die Anwendung des ABBE-HELMERTschen Kriteriums auf die obige Fehlerreihe ergibt für:

Nr. 78	0.85 ± 0.32
„ 76	2.05 ± 0.32
„ 79	1.00 ± 0.32
„ 77	1.39 ± 0.32.

Periodische Einflüsse sind nur bei der Reihe Nr. 76 vorhanden.

### § 8. Einfluß der Fehler in den Bestimmungen der Dichte- und Temperaturkoeffizienten.

Die auf den einzelnen Stationen beobachteten mittleren Temperaturen und Luftdichten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Station	<i>t</i>	<i>D</i>		<i>t</i>	<i>D</i>	$\Delta t$	$\Delta D$
Potsdam	14.95	0.940					
Gerstungen	12.89	0.928	Potsdam weniger Station	+ 2.06	0.012	± 0.2	± 0.08
Geisa	14.33	0.921	„ „ „	+ 0.62	0.019	± 0.1	± 0.13
Fulda	15.39	0.918	„ „ „	- 0.44	0.022	± 0.0	± 0.15
Schlüchtern	16.48	0.920	„ „ „	- 1.53	0.020	± 0.2	± 0.14
Bieber	15.72	0.930	„ „ „	- 0.77	0.010	± 0.1	± 0.07
Usingen	18.58	0.902	„ „ „	- 3.63	0.038	± 0.4	± 0.27
Idstein	16.15	0.916	„ „ „	- 1.20	0.024	± 0.1	± 0.17
Östrich	16.94	0.937	„ „ „	- 1.99	0.003	± 0.2	± 0.02
Münster a. Stein	12.42	0.947	„ „ „	+ 2.53	0.007	± 0.3	± 0.05

Die  $\Delta t$  und  $\Delta D$  sind wieder unter der Annahme eines mittleren Fehlers der Temperaturkonstanten von  $\pm 0.10 \times 10^{-7}$  und eines mittleren Fehlers der Dichtekonstanten von  $\pm 7.0 \times 10^{-7}$  berechnet.

Als Einfluß der Unsicherheit in der Bestimmung der Temperatur- und Dichtekonstanten auf den Unterschied der Schwingungszeit eines mittleren Pendels einer Außenstation gegen den gleichen Wert in *Potsdam* ergibt sich:

$$\pm \sqrt{\frac{\sum \Delta t^2 + \sum \Delta D^2}{9}} = \pm 0.25.$$

§ 9. Genauigkeit der Beobachtungen.

1. Der mittlere Fehler der Beobachtungen der Schwingungszeiten des mittleren Pendels ist nach Seite 121 für

$$P_I = \pm 0.4 \times 10^{-7}$$

$$P_{II} = \pm 0.5 \times 10^{-7}$$

Das Mittel aus beiden Werten ist demnach behaftet mit einem mittleren Fehler

$$\pm 0.3 \times 10^{-7}.$$

2. Der durchschnittliche mittlere Fehler der Beobachtungen des mittleren Pendels auf einer Außenstation ist nach Seite =  $\pm 1.4 \times 10^{-7}$ .

3. Der mittlere Fehler der Bestimmung des Mitschwingens in *Potsdam* ist nach Seite 107 =  $\pm 0.3 \times 10^{-7}$ .

Der mittlere Fehler der Bestimmung des Mitschwingens auf einer Außenstation ist nach Seite 108 =  $\pm 0.5 \times 10^{-7}$ .

4. Der mittlere Fehler der benutzten täglichen Uhgänge in *Potsdam* ist nach Seite 110 =  $\pm 1.2 \times 10^{-7}$ .

Dergleiche Fehler auf einer Außenstation ist nach Seite 110 =  $\pm 1.8 \times 10^{-7}$ .

5. Der Einfluß der Unsicherheit der Bestimmungen der Temperatur- und Dichtekoeffizienten ist nach Seite 130 =  $\pm 0.3 \times 10^{-7}$ .

6. Der quadratische Einfluß der Veränderung des mittleren Pendels auf den Unterschied der Schwingungszeiten *Potsdam* weniger Außenstation ist nach Seite 130 =  $9.65$ .

Aus den vorstehenden Werten erhalten wir als mittleren Fehler für die Unterschiede der Beobachtungen der Schwingungszeiten des mittleren Pendels in *Potsdam* gegen den gleichen Wert auf einer Außenstation:

$$\begin{aligned} M_s &= \pm \sqrt{0.3^2 + 1.4^2 + 0.3^2 + 0.5^2 + 1.2^2 + 1.8^2 + 0.3^2 + 9.65} \\ &= \pm \sqrt{16.81} = \pm 4.1 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

und als mittleren Fehler eines Unterschiedes der Schwerkraft einer Außenstation gegen *Potsdam*

$$M_g = \pm 0.0016 \text{ cm } 10^{-3}.$$

## V. Ableitung der Schwerkraft.

Der Berechnung der Schwerkraft auf den Außenstationen liegt folgende Formel zugrunde:

$$g = \left(\frac{S_p}{S}\right)^2 g_r = g_p - 2g_p \left(\frac{S - S_p}{S_p}\right) + 3g_p \left(\frac{S - S_p}{S_p}\right)^3 - \dots$$

In *Potsdam* ist auf dem Pfeiler Nr. 31 des Pendelsaales des Königl. Geodätischen Institutes nach der Veröffentlichung des Königl. Geodätischen Institutes, Neue Folge Nr. 27: *Bestimmung der absoluten Größe der Schwerkraft zu Potsdam mit Reversionspendeln von Prof. Dr. F. KÜHNEN und Prof. Dr. PH. FURTWÄNGLER. Berlin 1906, Seite 380,*

$$g_p = 981.274 \text{ cm sek}^{-2}.$$

Die normale Schwerkraft im Meeresniveau, auf das Potsdamer System bezogen, ist nach der Ableitung des Herrn Geheimen Oberregierungsrat HELMERT:

$$g_0 = 978.030 (1 + 0.005302 \sin^2 \varphi - 0.000007 \sin^2 2 \varphi) \text{ cm sek}^{-2}.$$

Vergl. F. R. HELMERT: „*Der normale Teil der Schwerkraft im Meeresniveau*“. Sitzungsberichte der Königl. Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1901. Seite 336, sowie die Veröffentlichung des Königl. Preußischen Geodätischen Institutes, Neue Folge Nr. 38: „*Jahresbericht des Direktors des Königlichen Geodätischen Institutes für die Zeit von April 1907 bis April 1908. Potsdam 1908*“, Seite 7.

Die Reduktion der beobachteten Schwerkraft auf das Meeresniveau ist nach der Formel:

$$g_0 = g + 0.0003086 H \text{ cm}$$

ausgeführt. Vergl. F. R. HELMERT: „*Über die Reduktion der auf der physischen Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleunigungen auf ein gemeinsames Niveau. Sitzungsberichte der Königl. Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1903*“, Seite 651.

Die Anziehung der Platte unter der Station ist berücksichtigt nach der Formel:

$$g'' = g_0 + \frac{3}{4} \frac{\Theta}{\Theta_m} (g - g_0) + \text{top. Korr.}$$

Hier bedeutet  $\Theta$  die Dichte des anstehenden Gesteins und  $\Theta_m$  die mittlere Erddichte = 5.52.

Die topographischen Korrekturen waren null bis auf eine Station, wo sie nach der Kegelformel berechnet wurde.

Im Folgenden gebe ich in der Tabelle alle Daten, die zur Ableitung der Endergebnisse erforderlich sind.

Die Art des anstehenden Gesteins wurde der LEPSIUSschen Geologischen Karte des Deutschen Reichs 1:500 000 entnommen. Die Dichten des anstehenden Gesteins habe ich meinen früheren Veröffentlichungen entnommen, bei denen gleichartige Schichten vorkommen, für welche die Kgl. Geologische Landesanstalt die Werte festgesetzt hat.

### 1. Schwingungszeiten der Pendel.

Station	Pendel Nr. 78	Pendel Nr. 76	Pendel Nr. 79	Pendel Nr. 77	Mittleres Pendel	Anzahl der beob. Reihen
1910						
Potsdam $\frac{I+II}{2}$ .....	0.5076625	0.5076934	0.5076448	0.5077002	0.5076752	16
Paderborn .....	0.5076784	0.5077101	0.5076614	0.5077170	0.5076917	4
Warburg .....	0.5076888	0.5077222	0.5076749	0.5077293	0.5077038	4
Corbach .....	0.5076986	0.5077323	0.5076832	0.5077374	0.5077129	2
Wildungen .....	0.5077000	0.5077299	0.5076826	0.5077361	0.5077122	4
Rosenthal .....	0.5077022	0.5077348	0.5076865	0.5077413	0.5077162	6
Kirtorf .....	0.5077039	0.5077379	0.5076897	0.5077436	0.5077188	2
Grünberg i. H. ....	0.5077117	0.5077450	0.5076963	0.5077506	0.5077259	4
Nidda. ....	0.5077061	0.5077391	0.5076913	0.5077449	0.5077204	4
Hanau .....	0.5077130	0.5077447	0.5076966	0.5077505	0.5077262	2
Gr. Umstadt .....	0.5077235	0.5077573	0.5077079	0.5077624	0.5077378	4
Michelstadt i. O. ....	0.5077328	0.5077650	0.5077164	0.5077704	0.5077461	2
Rothenberg i. O. ....	0.5077474	0.5077786	0.5077307	0.5077843	0.5077603	5

Station	Pendel Nr. 78	Pendel Nr. 76	Pendel Nr. 79	Pendel Nr. 77	Mittleres Pendel	Anzahl der beob. Reihen
1911						
Potsdam $\frac{I+II}{2}$ .....	0.5076554	0.5076936	0.5076450	0.5076993	0.5076733	19
Rybno .....	0.5076398	0.5076785	0.5076295	0.5076826	0.5076576	4
Heeselicht .....	0.5076381	0.5076774	0.5076295	0.5076826	0.5076569	3
Rosenau .....	0.5076254	0.5076642	0.5076149	0.5076678	0.5076431	8
Kalkstein .....	0.5076205	0.5076584	0.5076102	0.5076631	0.5076380	4
Migehnen .....	0.5076165	0.5076548	0.5076053	0.5076592	0.5076340	4
Frauendorf .....	0.5076168	0.5076572	0.5076081	0.5076618	0.5076360	5
1912						
Potsdam $\frac{I+II}{2}$ .....	0.5076719	0.5076945	0.5076675	0.5077004	0.5076836	20
Rödding .....	0.5075981	0.5076182	0.5076930	0.5076261	0.5076089	2
Lügumkloster .....	0.5076023	0.5076246	0.5076978	0.5076306	0.5076139	4
Leck .....	0.5076129	0.5076375	0.5076090	0.5076423	0.5076254	4
Husum .....	0.5076199	0.5076430	0.5076147	0.5076475	0.5076313	4
Heide .....	0.5076248	0.5076489	0.5076200	0.5076539	0.5076369	4
Eddeleck .....	0.5076380	0.5076597	0.5076320	0.5076651	0.5076487	3
Itzehoe .....	0.5076380	0.5076612	0.5076333	0.5076658	0.5076496	4
Barmstedt .....	0.5076352	0.5076588	0.5076314	0.5076639	0.5076473	7
1913						
Potsdam $\frac{I+II}{2}$ .....	0.5076690	0.5077104	0.5076581	0.5076999	0.5076844	27
Gerstungen .....	0.5077081	0.5077499	0.5076977	0.5077386	0.5077236	4
Geisa .....	0.5077169	0.5077588	0.5077065	0.5077476	0.5077324	4
Fulda .....	0.5077203	0.5077621	0.5077080	0.5077511	0.5077354	4
Schlüchtern .....	0.5077212	0.5077641	0.5077117	0.5077532	0.5077376	3
Bieber .....	0.5077266	0.5077690	0.5077168	0.5077584	0.5077427	3
Usingen .....	0.5077250	0.5077663	0.5077155	0.5077566	0.5077409	5
Idstein .....	0.5077259	0.5077677	0.5077167	0.5077579	0.5077421	2
Östrich a. Rh. ....	0.5077221	0.5077634	0.5077120	0.5077538	0.5077378	5
Münster a. Stein ....	0.5077283	0.5077707	0.5077194	0.5077594	0.5077445	2



**2. Werte der Beschleunigung der Schwerkraft.**

Potsdam, Pendelsaal, Pfeiler Nr. 31.  $g = 52^{\circ} 22'9$ ;  $\lambda = 13^{\circ} 4'1$ ;  $H = 86.5$  m.

Nr.	Station	Geographische		Höhe des pendels über N. N.	Schwerkraft abgeleitet aus		$g =$ Mittelwert 981 cm	Geost. dichte	Top. Kor. rektion 10 <sup>-3</sup> cm	$\frac{H}{980} \times \frac{1}{981}$	$g''$ 981 cm	$\gamma_{\infty}$ 981 cm	$\frac{g}{g_{\infty}}$	$\frac{g}{g_{\infty}}$	Anstehendes Gestein
		Breite	Länge E. v. Gr.		Nr. 78 981 cm	Nr. 76 981 cm									
<b>Beobachtungen im Jahre 1910.</b>															
1	Paderborn	51° 42'.9	8° 45'.3	126 <sup>m</sup> .0	.213	.209	.210	2.4	0	.249	.236	.218	+ 18	+ 31	Turon, Gault
2	Warburg	51° 20'.6	9° 8.4	213.2	.172	.163	.158	2.6	0	.230	.207	.199	+ 8	+ 31	Muschelkalk, Gault mit zerstreut liegenden Basaltkegeln.
3	Corbach	51° 17'.3	8° 52'.4	377.0	.134	.124	.126	2.6	0	.244	.203	.181	+ 22	+ 63	Buntsandstein u. Zechstein. Grenzgebiet.
4	Wildungen	51° 7'.2	9° 7'.3	265.8	.129	.133	.128	2.6	0	.213	.184	.166	+ 18	+ 47	Oberes Carbon. Zechstein u. Buntsandst.
5	Rosenthal	50° 58'.5	8° 52'.0	282.0	.121	.114	.113	2.6	0	.203	.172	.153	+ 19	+ 50	Buntsandstein. Basaltkegel in der Nähe.
6	Kirtorf	50° 46'.2	9° 6.4	264.5	.114	.102	.100	2.6	0	.188	.159	.135	+ 24	+ 53	Buntsandstein. Basaltkegel in der Nähe.
7	Grünberg i. H.	50° 35'.5	8° 57'.5	271.1	.084	.075	.075	2.8	0	.162	.130	.119	+ 11	+ 43	Basalt.
8	Nidda	50° 24'.9	9° 0.4	132.8	.105	.097	.094	2.8	0	.140	.124	.103	+ 21	+ 37	Basalt.
9	Hanau	50° 8.0	8° 55'.5	106.2	.079	.076	.074	2.6	0	.110	.098	.078	+ 20	+ 32	Diluvium. Basaltkegel in der Nähe.
10	Gr.-Umstadt	49° 52'.2	8° 55'.5	159.0	.038	.027	.030	2.6	0	.081	.064	.054	+ 10	+ 27	Diluvium. Basaltkegel in der Nähe.
11	Michelstadt i. O.	49° 40'.7	9° 0.8	208.0	.002	0.997	0.997	2.6	0	.064	.041	.038	+ 3	+ 26	Buntsandstein.
12	Rothenberg i. O.	49° 30.0	8° 55.2	410.3	0.946	0.945	0.942	2.6	0	.072	.027	.022	+ 5	+ 50	Buntsandstein.
<b>Beobachtungen im Jahre 1911.</b>															
13	Rybno	55° 23'.1	19° 56'.0	160 <sup>m</sup> .4	.334	.332	.334	2.3	0	.384	.369	.365	+ 4	+ 19	Diluvium. Sandig.
14	Heeslicht	53° 25'.5	20° 5.0	174.4	.341	.337	.334	2.3	0	.391	.374	.368	+ 6	+ 23	Diluvium. Sandig.
15	Rosenau	53° 51'.7	20° 28.9	132.7	.390	.388	.390	2.3	0	.432	.419	.406	+ 13	+ 26	Diluvium. Sandig.
16	Kalkstein	54° 3.0	20° 9.2	103.1	.409	.410	.408	2.3	0	.442	.432	.422	+ 10	+ 20	Diluvium. Sandig.
17	Migehnen	54° 9'.7	20° 15.3	69.1	.424	.424	.427	2.3	0	.447	.440	.432	+ 8	+ 15	Diluvium. Sandig.
18	Fraundorf	54° 10.2	20° 22.0	107.9	.423	.415	.417	2.3	0	.451	.441	.432	+ 9	+ 19	Diluvium. Sandig.

Nr.	Station	Geographische		Höhe des Pondel- tblers N. N.	Schwerkraft				$g =$ Mittel- wert 981 cm	Ge- stein- dicke	Top. Kor- rektur $10^{-3}$ cm	$\frac{H}{S} \times 10^3$ 981 cm	$g''$ 981 cm	$\gamma_0$ 981 cm	$\gamma_0 - \gamma_0$	$\gamma_0 - \gamma_0$	Anstehendes Gestein
		Breite	Länge E. v. Gr.		Nr. 78 981 cm	Nr. 76 981 cm	Nr. 79 981 cm	Nr. 77 981 cm									

## Beobachtungen im Jahre 1912.

19	Rödding	55°22.3	9° 3.15	32 <sup>m</sup> 1	.559	.569	.562	.561	.563	2.3	0	.573	.570	.535	+ 35	+ 38	Sandig.
20	Lüginkloster	55 3.8	8 57.3	13.0	.543	.544	.543	.544	.543	2.3	0	.547	.546	.509	+ 37	+ 38	Sandig.
21	Leck	54 46.4	8 58.4	2.7	.502	.494	.500	.499	.499	2.3	0	.500	.500	.484	+ 16	+ 16	Sandig.
22	Husum	54 28.8	9 3.0	11.4	.475	.473	.478	.478	.476	2.2	0	.479	.478	.459	+ 19	+ 20	Alluv. Marschschick.
23	Heide	54 11.9	9 1.6	10.0	.456	.450	.458	.454	.455	2.3	0	.458	.457	.435	+ 12	+ 23	Sandig.
24	Eddelack	53 56.7	9 8.2	1.1	.405	.409	.411	.410	.409	2.2	0	.409	.409	.413	— 4	— 4	Marschschick.
25	Itzehoe	53 55.6	9 31.4	16.5	.405	.403	.406	.408	.405	2.3	0	.410	.408	.411	— 3	— 1	Sandig.
26	Barnstedt	53 47.4	9 46.6	10.6	.416	.412	.414	.415	.414	2.3	0	.417	.416	.399	+ 17	+ 18	Sandig. Moorboden.

## Beobachtungen im Jahre 1913.

27	Ferstungen	50°58.2	10° 4.16	217 <sup>m</sup> 1	.123	.121	.121	.124	.122	2.6	0	.189	.165	.152	+ 13	+ 37	Alluvium über Bunt- sandstein. Kali.
28	Geisa	50 43.1	9 59.2	282.2	.088	.087	.087	.090	.088	2.6	0	.175	.144	.130	+ 14	+ 45	Buntsandstein. Basalt.
29	Fulda	50 33.3	9 40.9	275.4	.076	.074	.081	.076	.077	2.6	0	.162	.132	.116	+ 16	+ 46	Buntsandstein.
30	Schlüchtern	50 21.0	9 31.5	210.9	.072	.066	.067	.068	.068	2.6	0	.133	.110	.098	+ 12	+ 35	Buntsandstein. Basalt.
31	Bieber	50 9.9	9 20.0	219.6	.051	.047	.047	.048	.048	2.6	0	.116	.092	.081	+ 11	+ 35	Buntsandstein.
32	Uisingen	50 20.0	8 32.3	297.2	.058	.058	.052	.055	.056	2.5	0	.148	.117	.096	+ 21	+ 52	Unteres Devon.
33	Idstein	50 13.3	8 16.2	264.6	.054	.052	.047	.050	.051	2.5	0	.133	.105	.086	+ 19	+ 47	Unteres Devon.
34	Östlich a. Rhein	50 0.3	8 1.8	77.5	.069	.069	.066	.066	.068	2.3	0	.092	.084	.066	+ 18	+ 26	Alluvium. Oligocän.
35	Münster a. Stein	49 48.6	7 50.8	113.7	.045	.041	.037	.044	.042	2.7	+ 2	.077	.064	.049	+ 15	+ 28	Porphyr.

## VI. Konstantenbestimmungen der Pendel der Dänischen Gradmessung.

Eine erste Temperatur-Konstantenbestimmung der von dem Mechaniker des Geodätischen Institutes verfertigten Messingpendel führte ich im Jahre 1904 aus. Nach brieflichen und mündlichen Mitteilungen setzte Herr General MADSEN Zweifel in die Zuverlässigkeit der Ergebnisse dieser Beobachtungen. Um diesen Zweifeln zu begegnen, habe ich im Jahre 1913 die Beobachtungen mit den Pendeln wiederholt. Ich lasse die Ergebnisse der beiden Jahre hier folgen:

	1904	1913
$F_1$	$42.60 \pm 0.03$	$43.04 \pm 0.13$
$F_2$	$42.87 \pm 0.07$	$43.14 \pm 0.10$
$F_3$	$43.01 \pm 0.09$	$42.94 \pm 0.14$
$F_4$	$42.98 \pm 0.05$	$42.96 \pm 0.13$

Die Ergebnisse der Messungen 1913, die in einem elektrisch geheizten Kasten vorgenommen sind, stimmen mit den 1904 erhaltenen, die in einem mit heißem Wasser geheizten Kasten angestellt wurden, überein.

Herr General MADSEN hat die Beobachtungen aus beiden Jahren mit den Reduktionen veröffentlicht in: *Den Danske Gradmaaling, Ny Række Hefte Nr. 11* unter dem Titel: *Konstantenbestemmelser ved Relative Pendulmedinger. Udgivet af V. H. O. MADSEN. Kjøbenhavn 1913.*

Da Herr General MADSEN gewünscht hatte, daß an den Pendeln noch ein zweiter Spiegel angebracht würde, wodurch eine Änderung der Temperaturkonstanten immerhin zu befürchten war, so wäre nach Erledigung der Arbeiten durch den Mechaniker eine nochmalige Bestimmung der Konstanten notwendig geworden. Unter diesen Umständen wünschte ich auch eine Änderung der Koinzidenzzeiten der Pendel, die bis dahin 6 Minuten betrug, ausgeführt zu sehen. Herr General MADSEN war mit einer solchen Änderung einverstanden. Unser Mechaniker, Herr FECHNER, der mit der Ausführung auch dieser Änderung betraut wurde, hielt eine Verkürzung der Pendelstangen, durch welche eine Verkürzung der Koinzidenzzeit erreicht werden konnte, für nicht ausführbar. Es hätten dann auch die Amplitudenhebel im Apparat verändert werden müssen. So wurde denn beschlossen, den Pendeln ganz neue Messingstangen zu geben.

Für diese jetzt nun ganz neuen Pendel wurden Temperatur- und Dichtekonstanten bestimmt und umfangreiche Anschlußmessungen für die Übertragung der Schwerkraftsbeschleunigung nach Kopenhagen ausgeführt.

Den größten Teil der Beobachtungen für die Ermittlung der Temperatur- und Dichtekonstanten hat Herr Dr. CLADIVO aus Brünn, den Herr Geheimer Oberregierungsrat HELMERT mir zur Ausbildung in Pendelbeobachtungen überwiesen hatte, ausgeführt. Die Anschlußmessungen habe ich allein gemacht.

1. Bestimmung der Dichtekonstanten.

Die Beobachtungen sind berechnet und ausgeglichen unter Zugrundelegung der folgenden Gleichungen, in denen  $D$  die beobachteten Luftdichten und  $p$  die Luftdrucke bedeuten.

$$\begin{aligned} \text{I} \quad & x + yD + l = v \\ \text{II} \quad & x' + y'D + z\sqrt{D} + l_1 = v_1 \\ \text{III} \quad & x'' + y''D + z'\sqrt{p} + l_2 = v_2. \end{aligned}$$

Die folgenden Tabellen geben in gedrängter Zusammenstellung alle zur Reduktion erforderlichen Daten. Die Beobachtungen sind reduziert mit einem für alle Pendel gleichen mittleren Temperaturkoeffizienten  $48^{\circ}0 \times 10^{-7}$ . Um mit kleinen Zahlen zu rechnen, sind vor der Ausglei chung die folgenden Näherungswerte der Konstanten eingeführt:

$$\begin{aligned} y &= 600^8 \times 10^{-7} \\ y' &= 500 \times 10^{-7}; & z &= 100 \times 10^{-7} \\ y'' &= 500 \times 10^{-7}; & z' &= 6 \times 10^{-7}. \end{aligned}$$

*Ausgleichung der Beobachtungen für die Dichtekonstanten.*

Beobachtete Größen						Übrigbleibende Fehler			Beobachtete Größen						Übrigbleibende Fehler		
$D$	$\sqrt{D}$	$\sqrt{p}$	$l$	$l'$	$l''$	$v$	$v'$	$v''$	$D$	$\sqrt{D}$	$\sqrt{p}$	$l$	$l'$	$l''$	$v$	$v'$	$v''$
			I	II	III	I	II	III				I	II	III	I	II	III
<b>Pendel Nr. 3</b>									<b>Pendel Nr. 4</b>								
0.035	0.187	5.23	+38	+38	+4	+12.67	+3.00	+2.65	0.035	0.187	5.23	+44	+44	+10	+20.83	+6.71	+7.65
0.276	0.525	14.63	+12	+21	+10	-1.10	+5.18	+4.98	0.276	0.525	14.65	+5	+14	+3	-6.95	+1.76	+0.11
0.536	0.732	20.40	+1	+4	+6	+1.09	+5.45	+4.37	0.537	0.733	20.43	-3	+1	+5	-2.79	+4.55	+4.11
0.102	0.319	8.92	+16	+22	-2	-5.93	-6.84	-6.18	0.103	0.321	8.96	+9	+15	-9	-11.00	-12.45	-12.13
0.668	0.817	22.77	-9	-10	-1	-2.21	-0.22	+0.04	0.669	0.818	22.78	-7	-7	+2	-0.64	+3.08	+2.44
0.793	0.891	24.81	-15	-21	-7	-1.87	-3.47	-3.10	0.793	0.891	24.82	-12	-18	-4	+0.13	-2.27	-2.19
0.974	0.987	27.48	-12	-26	-6	+10.32	+2.50	+2.52	0.974	0.987	27.48	-12	-26	-6	+8.56	-2.78	-2.01
0.804	0.897	24.95	-13	-19	-5	+0.69	-0.80	-0.79	0.804	0.897	24.95	-13	-19	-5	-0.36	-2.80	-3.03
0.625	0.791	21.99	-10	-9	-2	-5.39	-1.90	-1.82	0.625	0.791	22.00	-2	-1	+6	+2.31	+7.01	+6.00
0.530	0.728	20.36	-8	-4	-1	-8.21	-2.93	-2.69	0.530	0.728	20.26	-10	-6	0	-10.12	-2.84	-0.94
Summe der Fehlerquadrate						399.9	143.5	116.2	Summe der Fehlerquadrate						792.6	311.2	283.4
$y = 650.7 \pm 7.6$									$y = 646.6 \pm 10.7$								
$y' = 549.1 \pm 25.0; z = 121.7 \pm 29.3$									$y' = 503.3 \pm 43.1; z = 171.87 \pm 40.6$								
$y'' = 550.3 \pm 19.9; z' = 4.32 \pm 0.84$									$y'' = 520.6 \pm 35.9; z' = 5.41 \pm 1.52$								

Beobachtete Größen						Übrigbleibende Fehler			Beobachtete Größen						Übrigbleibende Fehler		
<i>D</i>	$\sqrt{D}$	$\sqrt{p}$	<i>l</i>	<i>l'</i>	<i>l''</i>	<i>v</i>	<i>v'</i>	<i>v''</i>	<i>D</i>	$\sqrt{D}$	$\sqrt{p}$	<i>l</i>	<i>l'</i>	<i>l''</i>	<i>v</i>	<i>v'</i>	<i>v''</i>
			I	II	III	I	II	III				I	II	III	I	II	III
<b>Pendel Nr. 1</b>									<b>Pendel Nr. 2</b>								
0.035	0.187	5.23	+37	+38	+3	+7.58	-5.34	-5.52	0.036	0.190	5.24	+37	+36	+3	+6.72	-2.66	-2.57
0.276	0.525	14.64	+5	+15	+3	-10.14	-2.03	-2.90	0.277	0.526	14.67	+8	+18	+7	-7.80	-1.32	-1.93
0.556	0.732	20.41	-6	-2	0	-5.71	+0.22	-0.41	0.537	0.733	20.44	-10	-6	-2	-10.18	-5.54	-4.95
0.103	0.321	8.94	+35	+42	+18	+9.59	+8.31	+9.58	0.104	0.322	8.98	+32	+38	+14	+5.81	+5.06	+5.13
0.668	0.817	22.77	-8	-8	0	+0.13	+2.83	+2.72	0.669	0.818	22.79	-5	-5	+4	+2.75	+5.36	+5.36
0.793	0.891	24.81	-14	-19	-6	+1.55	-0.40	-0.19	0.793	0.891	24.82	-15	-21	-7	+0.20	-1.40	-1.09
0.974	0.987	27.48	-13	-26	-7	+13.29	+3.23	+3.47	0.973	0.986	27.48	-21	-35	-15	+5.02	-2.04	-2.15
0.804	0.897	24.95	-17	-22	-9	-0.80	-2.74	-2.88	0.804	0.897	24.96	-10	-16	-2	+5.86	+4.43	+4.27
0.625	0.791	22.00	-14	-12	-6	-8.42	-3.87	-4.30	0.626	0.791	20.01	-9	-9	-2	-3.83	-1.87	-2.01
0.530	2.728	20.26	-7	-2	+1	-7.06	-0.18	+0.47	0.531	0.729	20.28	-4	0	+3	-4.54	0	-0.02
Summe der Fehlerquadrate						585.0	142.9	177.3	Summe der Fehlerquadrate						345.8	123.1	118.3
$y = 659.4 \pm 9.2$									$y = 660.1 \pm 7.1$								
$y' = 528.0 \pm 28.0; z = 157.9 \pm 32.8$									$y' = 570.5 \pm 25.9; z = 107.0 \pm 30.6$								
$y'' = 534.7 \pm 28.4; z' = 5.39 \pm 1.21$									$y'' = 571.4 \pm 24.1; z' = 3.82 \pm 1.0$								

Die Pendel haben sich während der Beobachtungszeit gut unveränderlich gehalten. Systematische Fehler sind in den Reihen nicht angedeutet, wie man aus der folgenden Zusammenstellung der Ergebnisse bei Anwendung des **ABBE-HELMERTSchen** Kriteriums sieht.

Nummer des Pendels	HELMERTSches Kriterium nach Ausgleichung			Mittl. Fehler
	I	II	III	
3	1.05	1.04	1.04	$\pm 0.33$
1	1.01	1.38	1.35	$\pm 0.33$
4	0.82	0.73	0.72	$\pm 0.33$
2	1.03	0.91	0.97	$\pm 0.33$

Reduziert man alle für die Dichtekonstanten benutzten Beobachtungen mit den aus den Ausgleichungen folgenden Dichtekoeffizienten, so erhält man die folgenden Werte:

Genäherte mittlere Dichten	Pendel Nr. 3	Abweichungen der Einzelwerte vom Mittel	Pendel Nr. 1	Abweichungen der Einzelwerte vom Mittel	Pendel Nr. 4	Abweichungen der Einzelwerte vom Mittel	Pendel Nr. 2	Abweichungen der Einzelwerte vom Mittel	$M_p$	Abweichungen der Einzelwerte vom Mittel
<i>I. Dichtekonstante = <math>yD</math>.</i>										
0.035	0. <sup>s</sup> 5083213	+13	0. <sup>s</sup> 5082871	+7	0. <sup>s</sup> 5081796	+21	0. <sup>s</sup> 5081763	+6	0. <sup>s</sup> 5082411	+11
0.103	3232	-6	2866	+12	1828	-11	1762	+7	2422	0
0.276	3227	-1	2889	-11	1825	-8	1776	-7	2429	-7
0.530	3234	-8	2886	-8	1824	-7	1773	-4	2429	-7
0.537	3226	0	2884	-6	1820	-3	1779	-10	2427	-5
0.625	3231	-5	2888	-10	1815	+2	1773	-4	2427	-5
0.669	3228	-2	2879	-1	1817	0	1765	+4	2422	0
0.793	3228	-2	2877	+1	1817	0	1769	0	2423	-1
0.804	3225	+1	2879	-1	1817	0	1762	+7	2421	+1
0.974	3215	+11	2865	+13	1808	+9	1764	+5	2413	+9
Mittel und $[vv]$	0.5083226	425	0.5082878	685	0.5081817	769	0.5081769	356	0.5082422	352
<i>II. Dichtekonstante = <math>y'D + z\sqrt{D}</math>.</i>										
0.035	0. <sup>s</sup> 5083194	+3	0. <sup>s</sup> 5082846	-6	0. <sup>s</sup> 5081769	+4	0. <sup>s</sup> 5081746	-2	0. <sup>s</sup> 5082389	-1
0.103	3203	-6	2831	+9	1788	-15	1737	+7	2390	-2
0.276	3191	+6	2842	-2	1774	-1	1745	-1	2388	0
0.530	3199	-2	2840	0	1765	+8	1742	+2	2387	+1
0.537	3191	+6	2839	+1	1771	+2	1749	-5	2388	0
0.625	3199	-2	2844	-4	1768	+5	1744	0	2389	-1
0.669	3197	0	2837	+3	1772	+1	1737	+7	2386	+2
0.793	3201	-4	2840	0	1778	-5	1745	-1	2391	-3
0.804	3198	-1	2842	-2	1768	+5	1738	+6	2387	+1
0.974	3194	+3	2837	+3	1778	-5	1745	-1	2389	-1
Mittel und $[vv]$	0.5083197	151	0.5082840	160	0.5081773	411	0.5081744	170	0.5082388	22
<i>III. Dichtekonstante = <math>y''D + z\sqrt{p}</math>.</i>										
0.035	0. <sup>s</sup> 5083194	+3	0. <sup>s</sup> 5082847	-5	0. <sup>s</sup> 5081773	+5	0. <sup>s</sup> 5081746	-2	0. <sup>s</sup> 5082390	+1
0.103	3203	-6	2833	+9	1793	-15	1738	+6	2392	-1
0.276	3192	+5	2844	-2	1780	-2	1746	-2	2391	0
0.530	3199	-2	2843	-1	1771	+7	1743	+1	2389	+2
0.537	3192	+5	2841	+1	1776	+2	1753	-9	2391	0
0.625	3199	-2	2843	-1	1771	+7	1743	+1	2392	-1
0.669	3197	0	2839	+3	1779	-1	1739	+5	2389	+2
0.793	3201	-4	2842	0	1783	-5	1745	-1	2393	-2
0.804	3198	-1	2845	-3	1773	+5	1740	+4	2389	+2
0.974	3194	+3	2838	+4	1782	-4	1746	-2	2390	+1
Mittel und $[vv]$	0.5083197	129	0.5082842	147	0.5081778	423	0.5081744	173	0.5082391	20

Die Summen der Quadrate der übrigbleibenden Fehler sind bei der Ableitung der beiden zweigliedrigen Ausdrücke für die Dichte gleich, für den eingliedrigen Ausdruck sind die Summen aber erheblich größer.

## 2. Bestimmung der Temperaturkonstanten.

Während die früheren Bestimmungen der Temperaturkonstanten der Dänischen Pendel nur allein in dem fast luftleer gemachten Apparat stattfanden, sind die neueren auch noch bei normalem Luftdruck ausgeführt worden. Es ist dadurch interesssantes Material gewonnen, das auch Herrn Geheimen Oberregierungsrat HELMERT Veranlassung gegeben hat, sich über die Pendelformel zu äußern, wie weiter unten mitgeteilt wird.

Alle Beobachtungen sind zunächst mit dem ermittelten genäherten Temperaturkoeffizienten  $48.03 \times 10^{-7}$  reduziert. Die Dichtekorrektion wurde nach den auf Seite 138 u. 139 gegebenen Ausdrücken  $yD$ ;  $y'D + z'\sqrt{D}$  und dann auch noch auf Veranlassung des Herrn Geheimen Oberregierungsrat HELMERT nach  $y''D + z''\sqrt{p}$  angebracht. Als Dichtekoeffizienten sind die für jedes Pendel gesondert abgeleiteten Werte angenommen.

Die Anordnung der Beobachtungen geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor. Es wurden beobachtet:

Bei Temperatur	Mittlerer Dichte	Anzahl der Beobachtungen	
6°	0.04	6	Bei der Ausgleichung zu drei Reihen gemittelt.
38	0.05	6	
38	0.87	4	Bei der Ausgleichung zu zwei Reihen gemittelt.
6	0.97	4	
6	0.04	3	
38	0.87	4	Bei der Ausgleichung zu zwei Reihen gemittelt.

Selbstverständlich sind die Beobachtungen bei geringem Druck und bei normalem Luftdruck gesondert ausgeglichen. Die Fehlergleichungen hatten die Form

$$x + yt + l = v,$$

wo wieder  $x$  eine Konstante,  $y$  den gesuchten Koeffizienten und  $l$  den beobachteten Wert darstellt. Als beobachtete „ $l$ “ wurden die Abweichungen der Einzelwerte der betreffenden Gruppe jedes Pendels von ihrem Gesamtmittel eingeführt.

Die folgenden Zusammenstellungen, auf die ich mich hier beschränke, geben einen klaren Überblick über die Art der Beobachtungen. Auf die Wiedergabe der umfangreichen Übersichtstabellen habe ich verzichtet.

*A. Beobachtungen bei niedrigem Luftdruck.*

Die Indizes I, II und III beziehen sich auf die Reduktionen der Beobachtungen mit den ein- bzw. zweigliedrigen Ausdrücken für die Dichte.

Die beobachteten Werte sind alle in Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeiten gegeben.

Nr. der Beobachtung	Reduziert mit den Ausdrücken für die Dichte						Beobachtete Temperatur	Reduziert mit den Ausdrücken für die Dichte							
	$yD$		$y'D + z\sqrt{D}$		$y''D + z'\sqrt{D}$			$yD$		$y'D + z\sqrt{D}$		$y''D + z'\sqrt{D}$			
	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler		I	II	III	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	
	$\zeta_I$		$\zeta_{II}$		$\zeta_{III}$		I	II	III	$\zeta_I$		$\zeta_{II}$		$\zeta_{III}$	
<b>Pendel Nr. 3</b>															
1	6.38	0	-1.53	+1	+0.29	+2	+0.77	6.39	-5	-0.72	-2	+2.74	-3	+2.22	
2	6.26	-3	-4.53	-8	-8.72	-7	-8.23	6.26	-9	-4.69	-15	-10.22	-15	-9.74	
3	6.07	-12	-13.54	-17	-17.73	-16	-17.24	6.08	-12	-7.64	-18	-13.17	-18	-12.67	
4	37.61	+1	+2.29	+1	+2.93	+3	+3.37	37.59	-3	-6.44	-3	-7.22	-1	-6.65	
5	38.73	-5	-3.60	-5	-3.60	-3	-2.58	38.64	-1	-4.70	0	-4.52	+2	-4.02	
6	39.21	0	+1.44	0	+1.43	-1	-0.55	39.16	-3	-6.83	-2	-6.67	+2	-4.20	
7	38.33	-3	-1.64	-3	-1.63	0	+0.40	38.31	-1	-4.62	0	-4.43	-1	-6.90	
8	39.20	-10	-8.56	-10	-8.57	-10	-9.55	39.15	+12	+8.17	+13	+8.33	+14	+7.81	
9	39.11	+9	+10.43	+9	+10.42	+9	+9.44	39.17	+18	+14.16	+19	+14.32	+20	+13.80	
10	5.69	+7	+5.42	+7	+6.24	+7	+5.74	5.70	-6	-1.55	-6	-1.06	-7	-1.54	
11	5.64	+8	+6.42	+10	+9.24	+10	+8.74	5.64	+2	+6.46	+4	+8.96	+5	+10.48	
12	5.65	+9	+7.42	+11	+10.24	+11	+9.74	5.66	+4	+8.46	+8	+12.95	+6	+11.47	
	Temp.-Koeff. I: 48.12 ± 0.13; [v] = 536.9							Temp.-Koeff. I: 47.78 ± 0.14; [v] = 595.4							
	" II: 48.10 ± 0.16; [v] = 827.9							" II: 47.74 ± 0.17; [v] = 945.6							
	" III: 48.08 ± 0.15; [v] = 768.5							" III: 47.68 ± 0.17; [v] = 881.2							
<b>Pendel Nr. 4</b>															
1	6.40	-9	-6.76	-4	-1.12	-5	-1.46	6.41	-14	-8.48	-11	-5.00	-12	-5.18	
2	6.26	-11	-8.74	-18	-15.09	-17	-13.43	6.26	-18	-12.43	-23	-16.94	-24	-17.12	
3	6.08	-4	-1.71	-11	-8.06	-11	-7.39	6.10	-9	-3.37	-14	-7.88	-14	-7.06	
4	37.59	+3	+0.52	+3	+0.06	+4	+0.11	37.60	-2	-7.63	-3	-8.61	-3	-8.75	
5	38.58	-3	-5.63	-3	-6.13	-2	-6.12	38.52	-3	-8.96	-2	-7.95	-2	-8.12	
6	39.09	-4	-6.71	-3	-6.22	-2	-6.24	39.04	+4	-2.14	+4	-2.15	+4	-2.33	
7	38.29	+2	-0.58	+2	-1.07	+3	-1.05	38.28	+12	+6.13	+12	+6.14	+13	+6.98	
8	39.08	+3	+0.30	+4	+0.78	+5	+0.76	39.07	+9	+2.85	+9	+2.84	+9	+2.66	
9	39.24	+15	+12.27	+16	+12.75	+17	+12.72	39.32	+16	+9.75	+16	+9.75	+16	+9.56	
10	5.73	+13	+15.34	+13	+16.01	+11	+14.70	5.78	+5	+10.74	+6	+12.24	+5	+12.07	
11	5.64	-2	+0.36	+1	+4.03	0	+3.72	5.64	-4	+1.75	-2	+4.29	-3	+4.13	
12	5.68	-1	+1.35	+1	+4.02	0	+3.71	5.70	+6	+11.77	+7	+13.26	+6	+13.10	
	Temp.-Koeff. I: 47.88 ± 0.14; [v] = 590.2							Temp.-Koeff. I: 47.67 ± 0.16; [v] = 778.6							
	" II: 47.84 ± 0.16; [v] = 823.2							" II: 47.66 ± 0.18; [v] = 1000.9							
	" III: 47.79 ± 0.15; [v] = 721.4							" III: 47.63 ± 0.18; [v] = 999.2							



*B. Beobachtungen bei normalem Luftdruck.*

Die Indizes I, II und III beziehen sich auf die Reduktionen der Beobachtungen mit den ein- bzw. zweigliedrigen Ausdrücken für die Dichte.

Die Beobachtungswerte sind alle in Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeiten gegeben.

Nr. der Beobachtung	Reduziert mit den Ausdrücken für die Dichte						Beobachtete Temperatur	Reduziert mit den Ausdrücken für die Dichte						
	$yD$		$y'D + z\sqrt{D}$		$y''D + z'\sqrt{p}$			$yD$		$y'D + z\sqrt{D}$		$y''D + z'\sqrt{p}$		
	I		II		III			I		II		III		
	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler		Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	Beob. Werte	Übrigbleibende Fehler	
	$l_I$		$l_{II}$		$l_{III}$		$l_I$		$l_{II}$		$l_{III}$			
<b>Pendel Nr. 3</b>						<b>Pendel Nr. 1</b>								
1	39°16	-14	-9.00	-12	-9.14	-9	-9.70	39°14	-21	-12.99	-17	-12.04	-15	-13.38
2	38.83	-8	-3.09	-7	-4.19	-3	-3.69	38.80	-4	+3.85	-2	+2.86	+2	+3.59
3	5.98	+4	+0.17	+2	-0.68	0	+0.16	5.98	+6	-1.75	+3	-1.99	-1	-1.99
4	6.01	-5	-8.82	-7	-9.59	-9	-8.85	6.01	+6	-1.73	+4	-0.99	0	-0.99
5	6.01	0	-3.82	+1	-1.59	-4	-3.85	6.02	+2	-5.73	0	-4.98	-5	-5.99
6	6.13	+15	+11.21	+13	+10.43	+11	+11.15	6.16	+16	+8.34	+12	+7.06	+9	+8.02
7	36.27	-2	+2.22	+1	+3.39	+4	+3.37	36.23	+3	+9.63	+6	+10.11	+9	+10.39
8	35.80	+7	+11.10	+9	+11.31	+12	+11.38	35.79	-6	+0.42	-4	-0.04	-1	+0.36
	Temp.-Koeff. I: $48.30 \pm 0.18$ ; $[vv] = 436.8$						Temp.-Koeff. I: $48.50 \pm 0.18$ ; $[vv] = 384.9$							
	" II: $48.19 \pm 0.19$ ; $[vv] = 444.3$						" II: $48.33 \pm 0.17$ ; $[vv] = 334.9$							
	" III: $48.00 \pm 0.20$ ; $[vv] = 466.1$						" III: $48.11 \pm 0.19$ ; $[vv] = 405.1$							
<b>Pendel Nr. 4</b>						<b>Pendel Nr. 2</b>								
1	39°13	-4	-4.17	-1	-3.42	+3	-4.32	39°14	-13	-9.97	-12	-10.62	-9	-10.93
2	38.77	-10	-10.16	-8	-10.36	-3	-10.17	38.78	-11	-8.03	-10	-8.64	-7	-8.89
3	5.99	+5	+5.63	+2	+4.92	-1	+5.41	6.00	+2	-1.00	0	-1.01	-3	-1.02
4	6.00	+3	+3.63	+1	+3.91	-2	+4.40	6.00	-1	-4.00	-3	-4.01	-6	-4.02
5	6.04	-18	-17.37	-20	-17.09	-24	-17.62	6.09	+4	+1.02	+2	+1.00	-1	+0.97
6	6.17	+6	+6.63	+4	+6.89	0	+6.33	6.18	+5	+2.03	+3	+2.01	0	+1.96
7	36.20	+2	+1.90	+4	+2.05	+8	+1.89	36.66	0	+2.49	+2	+3.17	+4	+2.42
8	35.77	+14	+13.91	+15	+13.12	+20	+14.07	35.76	+15	+17.42	+17	+18.14	+21	+19.47
	Temp.-Koeff. I: $48.01 \pm 0.24$ ; $[vv] = 708.3$						Temp.-Koeff. I: $48.21 \pm 0.20$ ; $[vv] = 495.7$							
	" II: $47.87 \pm 0.24$ ; $[vv] = 674.4$						" II: $48.10 \pm 0.21$ ; $[vv] = 548.7$							
	" III: $47.62 \pm 0.25$ ; $[vv] = 722.8$						" III: $47.91 \pm 0.23$ ; $[vv] = 605.4$							

Wir stellen die Ergebnisse zusammen:

Nummer der Pendel	Reduziert mit den Ausdrücken für die Dichte								
	$Dy$			$Dy' + \sqrt{D}z$			$Dy'' + \sqrt{p}z'$		
	Koeff.	$[vv]$	$\mu$	Koeff.	$[vv]$	$\mu$	Koeff.	$[vv]$	$\mu$
Beobachtungen bei niedrigem Druck									
3	48.12	536.9	$\pm 0.13$	48.10	827.9	$\pm 0.16$	48.08	768.5	$\pm 0.15$
1	47.78	595.4	$\pm 0.14$	47.74	945.6	$\pm 0.17$	47.68	881.2	$\pm 0.16$
4	47.88	590.2	$\pm 0.14$	47.84	823.2	$\pm 0.16$	47.79	721.4	$\pm 0.19$
2	47.67	778.6	$\pm 0.16$	47.66	1000.9	$\pm 0.18$	47.63	999.2	$\pm 0.17$
Beobachtungen bei normalem Druck									
3	48.30	436.8	$\pm 0.19$	48.19	444.3	$\pm 0.19$	48.00	466.1	$\pm 0.20$
1	48.50	384.9	$\pm 0.18$	48.33	334.9	$\pm 0.17$	48.11	405.1	$\pm 0.18$
4	48.01	708.3	$\pm 0.24$	47.87	674.4	$\pm 0.24$	47.62	722.8	$\pm 0.25$
2	48.21	495.7	$\pm 0.20$	48.10	548.7	$\pm 0.21$	47.91	605.4	$\pm 0.23$

Die Pendel haben sich während der Konstantenbestimmungen zwar nicht völlig, aber doch hinreichend unveränderlich gehalten, so daß die mittleren Fehler der Konstanten zulässige Grenzen nicht überschreiten. Die  $[vv]$  der einzelnen Reihen sind bei normalem Druck für die drei in Bezug auf die Dichterduktion angewandten Arten fast gleich. Bei niedrigem Druck ergeben die beiden zweigliedrig reduzierten Reihen stets größere  $[vv]$  als die zugehörige eingliedrig reduzierte Reihe. Hier sind die Reihen 2 und 3 bei wesentlich geringerem Drucke beobachtet als alle anderen Reihen. Während die Reihen im allgemeinen bei einem Druck von 44 mm beobachtet sind, ist der Druck bei den Reihen 2 und 3 nur 19 mm. Die Unterschiede der Beobachtungswerte der eingliedrig reduzierten Reihen gegen die der zweigliedrig reduzierten beträgt durchschnittlich  $22 \times 10^{-7}$  sec; bei den Reihen 2 und 3 beträgt der gleiche Unterschied  $17 \times 10^{-7}$  sec. Von dieser Differenz rühren die größeren  $v$  der Einzelbeobachtungen her, die den Wert von  $[vv]$  vergrößern. Man wird also auch bei Konstantenbestimmungen darauf halten müssen, daß der Luftdruck nicht plötzlich geändert wird, sondern beständig bleibt bei denselben Umständen. Die Reduktionen der Beobachtungen mit den eingliedrigen und den zweigliedrigen Ausdrücken für die Dichte geben gleich gute Darstellungen der Beobachtungen.

Die Ergebnisse der verschiedenen Berechnungen mit den ein- und den zweigliedrigen Ausdrücken für die Dichte zeigen, daß die Temperaturkoeffizienten durchweg bei normalem Druck größer herauskommen als bei niedrigem Druck. Man erhält folgende Unterschiede für Bestimmung bei niedrigem Luftdruck weniger Bestimmung bei normalem Luftdruck:

	Reduktion mit $yD$	Reduktion mit $y'D + z\sqrt{D}$	Reduktion mit $y''D + z'\sqrt{p}$
Nr. 3	— 0.18	— 0.09	+ 0.08
Nr. 1	— 0.72	— 0.59	— 0.43
Nr. 4	— 0.13	— 0.03	+ 0.17
Nr. 2	— 0.54	— 0.44	— 0.22

Die Unterschiede der zweiten Reduktion mit  $y'D + z\sqrt{D}$  sind Herrn Geheimen Oberregierungsrat HELMERT so erheblich erschienen, daß er einen nicht eliminierten systematischen Einfluß annahm. Die Beobachtungen haben ihn dann zu folgenden Überlegungen geführt:

Die Reduktionsformel für Pendelmessungen.

„Die reduzierte Schwingungszeit  $S$  setzt man nach STOKES (vergl. besonders Vol. V der *Indian Survey*) gleich

$$S = S' - at - bd - c\sqrt{p},$$

wo  $S'$  die beobachtete Schwingungszeit,  $t$  die Temperatur,  $d$  die Luftdichte und  $p$  der reduzierte Barometerstand ist. Für trockene Luft hat man

$$d = \frac{p}{760} \cdot \frac{1}{1 + \frac{t}{273}},$$

also

$$\sqrt{p} = \sqrt{d(1 + \alpha t)} \cdot \sqrt{760} \quad \text{für } \sqrt[3]{273} = \alpha.$$

Nun ist

$$\sqrt{1 + \alpha t} = 1 + \frac{\alpha}{2}t - \frac{\alpha^2}{8}t^2 + \dots$$

Das dritte Glied gibt bei  $t = 40^\circ$  rund  $-\frac{1}{40}$ . Da  $c$  etwa 5 Einheiten der 7. Stelle beträgt, macht  $c$ : 40 in  $S$  nur 0.1 Einheiten der 7. Stelle, kann also vernachlässigt werden. Damit folgt

$$S = S' - \left( a + c \frac{\sqrt{190}}{273} \sqrt{d} \right) t - 6d - \sqrt{760} c \sqrt{d}.$$

Hieraus erkennt man, daß der Koeffizient  $a'$  von  $t$  etwas von  $\sqrt{d}$  abhängt und zwar für hohe Werte  $d$  größer ist als für kleine.

Herr HAASEMANN fand bei ca.  $6^\circ$   $c = 140 : \sqrt{760}$

1.	$d = 0.046$	$a' = 47.84 = a + 0.055$
2.	$0.91$	$48.12 = a + 0.245$

Differenz    0.28                      0.19

Die Beobachtungen geben also die Differenz etwa um die Hälfte größer als die Theorie. Doch kann man dies durch die Unsicherheit der Beobachtung erklären. Denn die vier Pendel geben einzeln statt 0.28: 0.09, 0.59, 0.03 und 0.44. Damit ist der mittlere Fehler des Mittels  $\pm 0.14$ .

Eine Neuausgleichung unter Zugrundelegung der obigen Formel mit  $\sqrt{p}$  führte dann zu den oben mitgeteilten Werten. Ich stelle die in Betracht kommenden Werte nochmal zusammen:

	Tiefer Druck		Normaler Druck		
	$Dy' + \sqrt{D}z$	$Dy'' + \sqrt{p}z'$	$Dy' + \sqrt{D}z$	$Dy'' + \sqrt{p}z'$	
3.	48°.10	48°.08	48°.19	48°.00	in Einh. d. 7. Dez.
1.	47.74	47.68	48.33	48.11	„
4.	47.84	47.79	47.87	47.62	„
2.	47.66	47.62	48.10	47.91	„
Mittel	47°.84	47°.79	48°.12	47°.91	in Einh. d. 7. Dez.

Die Unterschiede der Koeffizienten bei beiden Reduktionsarten sind

bei tiefem Druck:  $+0.05$ , bei normalem Druck:  $+0.21$ ,

das sind nahezu die gleichen Werte, wie sie die Theorie verlangte.

Der Zeichenwechsel in der dritten Reihe der Unterschiede für  $y'' + z'\sqrt{p}$  auf Seite 145 zeigt auch an, daß systematische Einflüsse gering geworden sind.

Als definitive Koeffizienten für die Temperaturkonstanten nehme ich die Mittel der bei tiefem und normalem Drucke aus der zweiten Reduktionsart (für die Dichte  $Dy' + \sqrt{p}z'$ ) an, deren Unterschiede voneinander keinen systematischen Charakter mehr zeigen, wie aus der Zusammenstellung auf Seite 145 ersichtlich ist.

Nr. 3	48°.04
Nr. 1	47.90
Nr. 4	47.71
Nr. 2	47.77
Mittelwert	47°.85

Bei der folgenden Zusammenstellung sind die jedem einzelnen Pendel zukommenden Temperaturkonstanten angewendet worden, sodaß die Schwingungszeiten direkt vergleichbar werden mit den Beobachtungen für die Dichtekonstanten. Die bei der Ausgleichung gemittelten Werte sind hierbei wieder einzeln aufgeführt.

3. Zusammenstellung der beobachteten Schwingungszeiten.

A. Beobachtungen bei tiefem Luftdruck.

Mittlere beob. Tem- peratur	Nr. 3	<i>v</i>	Nr. 1	<i>v</i>	Nr. 4	<i>v</i>	Nr. 2	<i>v</i>	<i>M<sub>p</sub></i>	<i>v</i>
I. Reduziert mit dem Ausdruck der Dichte $\gamma D$ .										
6.4	0.5083234	+ 2	0.5082879	0	0.5081819	+ 2	0.5081776	- 4	0.5082427	0
6.4	3238	- 2	2880	- 1	1831	-10	1784	-12	2433	- 6
6.2	3235	+ 1	2885	- 6	1826	- 5	1779	- 7	2431	- 4
6.3	3242	- 6	2883	- 4	1827	- 6	1788	-16	2435	- 8
6.2	3254	-18	2888	- 9	1813	+ 8	1770	+ 2	2431	- 4
6.0	3241	- 5	2886	- 7	1827	- 6	1779	- 7	2433	- 6
37.6	3234	+ 2	2882	- 3	1823	- 2	1776	- 4	2429	- 2
38.7	3240	- 4	2881	- 2	1829	- 8	1777	- 5	2432	- 5
38.3	3238	- 2	2881	- 2	1824	- 3	1762	+10	2426	+ 1
39.2	3235	+ 1	2883	- 4	1830	- 9	1770	+ 2	2435	- 8
39.2	3245	- 9	2868	+11	1823	- 2	1765	+ 7	2425	+ 2
39.1	3226	+10	2862	+17	1811	+10	1758	+14	2414	+13
5.7	3229	+ 7	2881	- 2	1803	+18	1761	+11	2419	+ 8
5.6	3228	+ 8	2873	+ 6	1818	+ 3	1770	+ 2	2422	+ 5
5.7	3227	+ 9	2871	+ 8	1817	+ 4	1760	+12	2419	+ 8
Mittel u. [v]	0.5083236	794	0.5082879	730	0.5081821	876	0.5081772	1173	0.5082427	530
II. Reduziert mit dem Ausdruck der Dichte $\gamma' D + z' \sqrt{D}$ .										
6.4	0.5083213	+ 2	0.5082851	0	0.5081785	+ 6	0.5081750	+ 3	0.5082402	+ 1
6.4	3212	+ 3	2846	+ 5	1793	- 2	1760	- 7	2403	0
6.2	3218	- 3	2863	-12	1802	-11	1765	-12	2412	- 9
6.3	3225	-10	2861	-10	1803	- 2	1774	-21	2416	-13
6.2	3237	-22	2866	-15	1789	+12	1756	- 3	2412	- 9
6.0	3224	- 9	2863	-12	1803	-12	1764	-11	2414	-11
37.6	3212	+ 3	2854	- 3	1792	- 1	1758	- 5	2404	- 1
38.7	3218	- 3	1852	- 1	1798	- 7	1757	- 4	2406	- 3
38.3	3216	- 1	2852	- 1	1793	- 2	1743	+10	2401	+ 2
39.2	3213	+ 2	2854	- 3	1798	- 7	1751	+ 2	2404	- 1
39.2	3223	- 8	2839	+12	1791	0	1746	+ 7	2400	+ 3
39.1	3204	+11	2833	+18	1779	+12	1739	+14	2389	+14
5.7	3207	+ 8	2853	- 2	1772	+19	1741	+12	2393	+10
5.6	3204	+11	2843	+ 8	1784	+ 7	1749	+ 4	2395	+ 8
5.7	3203	+12	2839	+12	1784	+ 7	1740	+13	2392	+11
Mittel u. [v]	0.5083215	1224	0.5082851	1338	0.5081791	1159	0.5081753	1492	0.5082403	858
III. Reduziert mit dem Ausdruck der Dichte $\gamma'' D + z'' \sqrt{D}$ .										
6.4	0.5083213	+ 3	0.5082853	- 1	0.5081789	+ 5	0.5081755	- 2	0.5082402	+ 2
6.4	3213	+ 3	2848	+ 4	1797	- 3	1760	- 7	2405	- 1
6.2	3218	- 2	2864	-12	1805	-11	1765	-12	2413	- 9
6.3	3225	- 9	2862	-10	1806	-12	1774	-21	2417	-13
6.2	3237	-21	2867	-15	1792	+ 2	1756	- 3	2413	- 9
6.0	3225	- 9	2865	-13	1806	-12	1764	-11	2415	-11
37.6	3211	+ 5	2854	- 2	1794	0	1757	- 4	2404	0
38.7	3217	- 1	2851	+ 1	1800	- 6	1756	- 3	2406	- 2
38.3	3215	+ 1	2851	+ 1	1795	- 1	1741	+12	2401	+ 3
39.2	3214	+ 2	2854	- 2	1800	- 6	1750	+ 3	2405	- 1
39.2	3224	- 8	2839	+13	1793	+ 1	1745	+ 8	2400	+ 4
39.1	3205	+11	2833	+19	1781	+13	1738	+15	2390	+14
5.7	3208	+ 8	2855	- 3	1777	+17	1741	+12	2395	+ 9
5.6	3205	+11	2843	+ 9	1788	+ 6	1749	+ 4	2396	+ 8
5.7	3204	+12	2842	+10	1788	+ 6	1740	+13	2394	+10
Mittel u. [v]	0.5083216	1170	0.5082852	1385	0.5081794	1051	0.5081753	1564	0.5082404	928

B. Beobachtungen bei normalem Luftdruck.

Genäherte beob. Tempe- ratur	Nr. 3	<i>v</i>	Nr. 1	<i>v</i>	Nr. 4	<i>v</i>	Nr. 2	<i>v</i>	<i>M<sub>p</sub></i>	<i>v</i>
I. Reduziert mit dem Ausdruck der Dichte $yD$ .										
39.2	0.5083233	-18	0.5082889	-28	0.5081813	-4	0.5081776	-16	0.5082428	-17
39.2	3221	-6	2874	-13	1821	-12	1777	-17	2423	-12
38.9	3218	-3	2866	-5	1817	-8	1777	-17	2420	-9
38.7	3224	-9	2864	-3	1829	-20	1773	-13	2422	-11
6.0	3209	+6	2850	+11	1797	+12	1754	+6	2403	+8
6.0	3218	-3	2850	+11	1799	+10	1757	+3	2406	+5
6.0	3213	+2	2854	+7	1820	-11	1752	+8	2410	+1
6.1	3198	+17	2840	+21	1796	+13	1751	+9	2396	+15
36.4	3221	-6	2856	+5	1816	-7	1776	-16	2417	-6
36.2	3206	+9	2857	+4	1804	+5	1749	+11	2404	+7
36.3	3204	+11	2857	+4	1802	+7	1753	+7	2404	+7
35.3	3205	+10	2875	-14	1794	+15	1742	+18	2404	+7
Mittel u. [v]	0.5083215	1126	0.5082861	1972	0.5081809	1506	0.5081760	1943	0.5082411	1133
II. Reduziert mit dem Ausdruck der Dichte $y'D + z\sqrt{D}$ .										
39.2	0.5083208	-18	0.5082856	-26	0.5081777	-1	0.5081755	-14	0.5082399	-15
39.2	3196	-6	2840	-10	1785	-9	1756	-15	2394	-10
38.9	3193	-3	2834	-4	1781	-5	1755	-14	2391	-7
38.7	3200	-10	2832	-2	1794	-18	1752	-11	2395	-11
6.0	3183	+7	2823	+7	1767	+9	1736	+5	2377	+7
6.0	3197	-7	2822	+8	1768	+8	1739	+2	2382	+2
6.0	3191	-1	2826	+4	1789	-13	1734	+7	2385	-1
6.1	3177	+13	2814	+16	1765	+11	1733	+8	2372	+12
36.4	3196	-6	2823	+7	1781	-5	1755	-14	2389	-5
36.2	3182	+8	2824	+6	1768	+8	1729	+12	2376	+8
36.3	3180	+10	2824	+6	1767	+9	1732	+9	2376	+8
35.3	3182	+8	2844	-14	1760	+16	1721	+20	2377	+7
Mittel u. [v]	0.5083190	1001	0.5082830	1498	0.5081776	1292	0.5081741	1701	0.5082384	895
III. Reduziert mit dem Ausdruck der Dichte $y'D + z'\sqrt{p}$ .										
39.2	0.5083202	-15	0.5082849	-22	0.5081774	+1	0.5081749	-11	0.5082394	-12
39.2	3190	-13	2834	-7	1782	-7	1750	-12	2389	-7
38.9	3188	-1	2826	+1	1778	-3	1750	-12	2386	-4
38.7	3194	-7	2824	+3	1790	-15	1746	-8	2389	-7
6.0	3188	-1	2824	+3	1772	+3	1736	+2	2380	+2
6.0	3197	-10	2823	+4	1773	+2	1739	-1	2383	-1
6.0	3192	-5	2828	-1	1795	-20	1734	+4	2387	-5
6.1	3177	+10	2824	+3	1771	+4	1733	+5	2376	+6
36.4	3191	-4	2816	+11	1778	-3	1750	-12	2384	-2
36.2	3177	+10	2818	+9	1766	+9	1724	+14	2371	+11
36.3	3175	+12	2818	+9	1763	+12	1727	+11	2371	+11
35.3	3177	+10	2836	-9	1756	+19	1716	+22	2371	+11
Mittel u. [v]	0.5083187	1030	0.5082827	142	0.5081775	1308	0.5081738	1464	0.5082382	691

Stellt man die ermittelten Schwingungszeiten nach ihren einzelnen Reduktionsarten für die Dichte zusammen, nachdem vorher noch  $+3^{\circ} \times 10^{-7}$  zu den Werten addiert sind, um sie auf Pfeiler Nr. 31 zu beziehen, so gelangt man zu folgender Übersicht:

Angewandte Dichte- korrektur	Nr. 3	[vv]	Nr. 1	[vv]	Nr. 4	[vv]	Nr. 2	[vv]	<i>M<sub>p</sub></i>	[vv]	Anzahl der Beobachtungen
A. Beobachtungen bei tiefem Luftdruck.											
<i>yD</i>	0 <sup>s</sup> 5083239	794	0 <sup>s</sup> 5082882	730	0 <sup>s</sup> 5081824	876	0 <sup>s</sup> 5081775	1173	0 <sup>s</sup> 5082430	530	15
<i>y'D + z√D</i>	3218	1224	2854	1338	1794	1159	1756	1492	2406	858	15
<i>y''√D + z'√p</i>	3219	1170	2855	1385	1797	1051	1756	1564	2407	928	15
B. Beobachtungen bei normalem Luftdruck.											
<i>yD</i>	0 <sup>s</sup> 5083218	1126	0 <sup>s</sup> 5082864	1972	0 <sup>s</sup> 5081812	1506	0 <sup>s</sup> 5081763	1943	0 <sup>s</sup> 5082414	1133	12
<i>y'D + z√D</i>	3193	1001	2833	1498	1779	1292	1744	1701	2387	895	12
<i>y''√D + z'√p</i>	3190	1030	2830	942	1778	1308	1741	1464	2385	691	12

Wir bilden noch die Unterschiede der Beobachtungen bei tiefem Luftdruck weniger der bei normalem Luftdruck für die einzelnen Pendel.

Reduziert mit	Nr. 3	Nr. 1	Nr. 4	Nr. 2	<i>M<sub>p</sub></i>
<i>yD</i>	+ 21	+ 18	+ 12	+ 12	+ 16
<i>y'D + z√D</i>	+ 25	+ 21	+ 15	+ 12	+ 18
<i>y''√D + z'√p</i>	+ 29	+ 25	+ 19	+ 15	+ 22

Die Unterschiede sind nicht übermäßig groß, wenn man die verschiedenartige Reduktion in Betracht zieht. Ein Übergewicht der einen über die andere Art der Dichtekorrektur zeigt sich hier nicht.

#### 4. Die Anschlußmessungen.

Die Beobachtungen für die Übertragung der Schwerkraft von *Potsdam* nach *Kopenhagen* sind von mir allein ausgeführt. Ich habe sie sowohl bei sehr niedrigem Luftdruck als auch bei normalem Luftdruck angestellt. Die Reduktion auf 0° geschah mit einem mittleren Koeffizienten  $48^{\text{s}}.00 \times 10^{-7}$ . Bei der Zusammenstellung der Beobachtungen auf Seite 152 sind an die Schwingungszeiten der einzelnen Pendel und des mittleren Pendels, um die Reduktion mit den auf Seite 146 als endgültig abgeleiteten Koeffizienten herbeizuführen, folgende Korrekturen angebracht:

An Nr. 3: 0, an Nr. 1:  $+ 1^{\text{s}} \times 10^{-7}$ , an Nr. 4:  $+ 2 \times 10^{-7}$ , an Nr. 2:  $+ 2^{\text{s}} \times 10^{-7}$  und an *M<sub>p</sub>*:  $+ 1^{\text{s}} \times 10^{-7}$ .

Das konnte in dieser Weise geschehen, weil die Beobachtungen bei konstanter Temperatur ausgeführt sind. Als Dichtekorrektur sind wieder alle drei Arten angewendet worden.

1. *yD*,      2. *y'D + z√D*,      3. *y''D + z'√p*.

Aus den Beobachtungen selbst konnte noch eine Korrektur der eingliedrigen Dichtekorrektur, die auf Seite 153 gegeben sind, abgeleitet werden. Die Reduktion mit den so verbesserten Dichtekoeffizienten ist mit  $4. y''D$  bezeichnet.

Die Beobachtungen sind auf einem transportablen Beobachtungspfeiler im Ostkeller des Kgl. Geodätischen Institutes ausgeführt. Der Pfeiler steht unmittelbar neben dem des Wärmekastens und in gleicher Höhe mit diesem. Die für den Anschluß ausgeführten Messungen sind daher direkt vergleichbar mit den aus den Beobachtungen für Temperatur- und Dichtekoeffizienten folgenden Werten:

Zusammenstellung der Anschlußmessungen 1914. Potsdam Ostkeller.

A. Beobachtungen bei tiefem Luftdruck.

Beobachtete genährte Temperatur	Beobachtete genährte Dichte	Nr. 3		Nr. 1		Nr. 4		Nr. 2		Mp	
			v		v		v		v		v
I. Reduziert mit der Dichtekorrektur $yD$ .											
7.0	0.053	0.5083224	+ 3	0.5082893	-10	0.5081820	- 5	0.5081769	-1	0.5082427	-3
7.4	0.055	3207	+20	2877	+ 6	1814	+ 1	1774	-6	2418	+6
7.3	0.057	3225	+ 2	2894	-11	1813	+ 2	1762	+6	2424	0
7.5	0.059	3223	+ 4	2869	+14	1814	+ 1	1764	+4	2418	+6
7.3	0.061	3237	-10	2881	+ 2	1819	- 4	1766	+2	2426	-2
7.8	0.062	3233	- 6	2887	- 4	1815	0	1768	0	2426	-2
8.1	0.064	3231	- 4	2875	+ 8	1820	- 5	1764	+4	2423	+1
7.8	0.065	3242	-15	2886	- 3	1796	+19	1775	-7	2425	-1
7.8	0.067	3223	+ 4	2888	- 5	1824	- 9	1771	-3	2427	-3
Mittel u. [v]		0.5083227	822	0.5082883	571	0.5081815	514	0.5081768	167	0.5082424	100
II. Reduziert mit der Dichtekorrektur $y'D + z\sqrt{D}$ .											
7.1	0.053	0.5083201	+ 4	0.5082864	-11	0.5081788	- 7	0.5081749	-2	0.5082401	-4
7.4	0.055	3184	+21	2847	+ 6	1782	- 1	1754	-7	2392	+5
7.3	0.057	3202	+ 3	2864	-11	1780	+ 1	1741	+6	2397	0
7.5	0.059	3210	- 5	2838	+15	1780	+ 1	1743	+4	2393	+4
7.3	0.061	3214	- 9	2850	+ 3	1785	- 4	1745	+2	2399	-2
7.8	0.062	3209	- 4	2856	- 3	1781	0	1747	0	2398	-1
8.1	0.064	3207	- 2	2843	+10	1785	- 4	1743	+4	2395	+2
7.8	0.065	3217	-12	2855	- 2	1761	+20	1754	-7	2397	0
7.8	0.067	3198	+ 7	2856	- 3	1789	- 8	1749	-2	2398	-1
Mittel u. [v]		0.5083205	785	0.5082853	634	0.5081781	548	0.5081747	178	0.5082397	67
III. Reduziert mit der Dichtekorrektur $y''D + z'\sqrt{D}$ .											
7.0	0.053	0.5083201	+ 4	0.5082865	-11	0.5081792	- 7	0.5081748	-1	0.5082402	-4
7.4	0.055	3185	+20	2849	+ 5	1786	- 1	1754	-7	2394	+4
7.3	0.057	3202	+ 3	2865	-11	1784	+ 1	1741	+6	2398	0
7.5	0.059	3210	- 5	2840	+14	1784	+ 1	1743	+4	2394	+4
7.3	0.061	3213	- 8	2851	+ 3	1789	- 4	1746	+1	2400	-2
7.8	0.062	3209	- 4	2857	- 3	1785	0	1747	0	2400	-2
6.1	0.064	3207	- 2	2845	+ 9	1790	- 5	1743	+4	2396	+2
7.8	0.065	3217	-12	2855	- 1	1765	+20	1754	-7	2398	0
7.8	0.067	3199	+ 6	2857	- 3	1793	- 8	1749	-2	2399	-1
Mittel u. [v]		0.5083205	714	0.5082854	572	0.5081785	557	0.5081747	172	0.5082398	61



Beobachtete genäherte Temperatur		Beobachtete genäherte Dichte		Nr. 3	$v$	Nr. 1	$v$	Nr. 4	$v$	Nr. 2	$v$	$Mp$	$v$
IV. Reduziert mit der Dichtekorrektion $y''D$ .													
7.0	0.053	0. <sup>s</sup> 5083224	+ 4	0. <sup>s</sup> 5082894	- 9	0. <sup>s</sup> 5081820	- 5	0. <sup>s</sup> 5081769	0	0. <sup>s</sup> 5082427	- 3		
7.4	0.055	3208	+ 20	2878	+ 7	1814	+ 1	1774	- 5	2419	+ 5		
7.3	0.057	3226	+ 2	1896	- 11	1813	+ 2	1762	+ 7	2424	0		
7.5	0.059	3224	+ 4	2870	+ 15	1814	+ 1	1764	+ 5	2418	+ 6		
7.3	0.061	3238	- 10	2882	+ 3	1819	- 4	1767	+ 2	2427	- 3		
7.8	0.062	3233	- 5	2888	- 3	1815	0	1769	0	2426	- 2		
8.1	0.064	3232	- 4	2876	+ 9	1820	- 5	1765	+ 4	2423	+ 1		
7.8	0.065	3242	- 14	2887	- 2	1796	+ 19	1776	- 7	2425	- 1		
7.8	0.067	3224	+ 4	2889	- 4	1825	- 10	1771	- 2	2427	- 3		
Mittel u. [ $vv$ ]		0.5083228	789	0.5082885	595	0.5081815	533	0.5081769	172	0.5082424	94		

B. Beobachtungen bei normalem Luftdruck.

Beobachtete genäherte Temperatur		Beobachtete genäherte Dichte		Nr. 3	$v$	Nr. 1	$v$	Nr. 4	$v$	Nr. 2	$v$	$Mp$	$v$
I. Reduziert mit der Dichtekorrektion $yD$ .													
8.3	0.941	0. <sup>s</sup> 5083215	0	0. <sup>s</sup> 5082867	- 1	0. <sup>s</sup> 5081816	- 1	0. <sup>s</sup> 5081754	+ 10	0. <sup>s</sup> 5082413	+ 2		
8.5	0.941	3222	- 7	2863	+ 3	1811	+ 4	1764	0	2415	0		
8.3	0.951	3207	+ 8	2865	+ 1	1827	- 12	1770	- 6	2417	- 2		
8.5	0.952	3221	- 6	2862	+ 4	1803	+ 12	1768	- 4	2414	+ 1		
8.0	0.959	3211	+ 4	2866	0	1812	+ 3	1759	+ 5	2412	+ 3		
8.3	0.959	3212	+ 3	2866	0	1810	+ 5	1766	- 2	2414	+ 1		
8.0	0.965	3224	- 9	2871	- 5	1821	- 6	1765	- 1	2420	- 5		
8.3	0.964	3210	+ 5	2870	- 4	1816	- 1	1768	- 4	2416	- 1		
Mittel u. [ $vv$ ]		0.5083215	280	0.5082866	68	0.5081815	376	0.5081764	198	0.5082415	45		
II, Reduziert mit der Dichtekorrektion $y'D + \bar{v}D$ .													
8.3	0.941	0. <sup>s</sup> 5083193	+ 1	0. <sup>s</sup> 5082838	0	0. <sup>s</sup> 5081783	+ 1	0. <sup>s</sup> 5081734	+ 11	0. <sup>s</sup> 5082387	+ 3		
8.5	0.941	3200	- 6	2834	+ 4	1778	+ 6	1744	+ 1	2389	+ 1		
8.5	0.951	3185	+ 8	2837	+ 1	1796	- 12	1751	- 6	2392	- 2		
8.5	0.952	3199	- 5	2833	+ 5	1772	+ 12	1749	- 4	2388	+ 2		
8.0	0.959	3190	+ 4	2837	+ 1	1781	+ 3	1739	+ 6	2387	+ 3		
8.3	0.959	3191	+ 3	2837	+ 1	1779	+ 5	1747	- 2	2389	+ 1		
8.0	0.965	3203	- 9	2842	- 4	1790	- 6	1746	- 1	2394	- 4		
8.3	0.964	3189	+ 5	2842	- 4	1785	- 1	1748	- 3	2391	- 1		
Mittel u. [ $vv$ ]		0.5083194	274	0.5082838	76	0.5081784	396	0.5081745	224	0.5082390	45		
III. Reduziert mit der Dichtekorrektion $y'D + z'V\bar{p}$ .													
8.3	0.941	0. <sup>s</sup> 5083192	+ 1	0. <sup>s</sup> 5082839	- 1	0. <sup>s</sup> 5081787	0	0. <sup>s</sup> 5081733	+ 11	0. <sup>s</sup> 5082388	+ 3		
8.5	0.941	3199	- 6	2835	+ 3	1782	+ 5	1743	+ 1	2390	+ 1		
8.3	0.951	3185	+ 8	2838	0	1800	- 13	1751	- 7	2394	- 3		
8.5	0.952	3198	- 5	2834	+ 4	1775	+ 12	1748	- 4	2389	+ 2		
8.0	0.959	3189	+ 4	2837	+ 1	1785	+ 2	1738	+ 6	2387	+ 4		
8.3	0.959	3190	+ 3	2837	+ 1	1783	+ 4	1746	- 2	2389	+ 2		
8.0	0.965	3202	- 9	2843	- 5	1794	- 7	1746	- 2	2396	- 5		
8.3	0.964	3188	+ 5	2843	- 5	1788	- 1	1748	- 4	2392	- 1		
Mittel u. [ $vv$ ]		0.5083193	257	0.5082838	78	0.5081787	408	0.5081744	247	0.5082391	69		

Beobachtete gemäserte Temperatur	Beobachtete gemäserte Dichte	Nr. 3	<i>v</i>	Nr. 1	<i>v</i>	Nr. 4	<i>v</i>	Nr. 2	<i>v</i>	<i>M<sub>p</sub></i>	<i>v</i>
IV. Reduziert mit der Dichtekorrektion $y'''D$ .											
8.3	0.941	0.5083225	0	0.5082886	-1	0.5081816	-1	0.5081758	+11	0.5082421	+2
8.5	0.941	3232	-7	2882	+3	1811	+4	1768	+1	2423	0
8.3	0.951	3217	+8	2884	+1	1828	-13	1775	-6	2426	-3
8.5	0.952	3231	-6	2881	+4	1804	+11	1772	-3	2422	+1
8.0	0.959	3221	+4	2884	+1	1812	+3	1764	+5	2420	+3
8.3	0.959	3222	+3	2884	+1	1810	+5	1771	-2	2422	+1
8.0	0.965	3234	-9	2889	-4	1821	-6	1770	-1	2429	-6
8.3	0.964	3220	+5	2889	-4	1816	-1	1772	-3	2424	-1
Mittel u. [v v]		0.5083225	280	0.5082885	61	0.5081815	378	0.5081769	206	0.5082423	61

### 5. Zusammenstellung der Beobachtungen.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Pendelbeobachtungen übersichtlich geordnet. An die Beobachtungen ist hier die Korrektion von  $+3^s \times 10^{-7}$  angebracht, um sie auf den Pfeiler Nr. 31 im Pendelsaale zu reduzieren. Außerdem sind, wie Seite 149 auseinandergesetzt, noch die Korrekturen angebracht, durch die eine Reduktion mit den auf Seite 146 gegebenen endgültigen Temperaturkoeffizienten herbeigeführt wird. Die Koordinaten des Pfeilers Nr. 31 sind:

$$\varphi = 52^\circ 22'.9, \quad \lambda = 13^\circ 4'.1, \quad H = 86.5 \text{ m.}$$

Art der Reduktion	Nr. 3	Quadratsumme der übrigbleiben- den Fehler	Nr. 1	Quadratsumme der übrigbleiben- den Fehler	Nr. 4	Quadratsumme der übrigbleiben- den Fehler	Nr. 2	Quadratsumme der übrigbleiben- den Fehler	<i>M<sub>p</sub></i>	Quadratsumme der übrigbleiben- den Fehler	Anzahl der Beobachtungen
<i>A</i> I	0.5083230	822	0.5082887	571	0.5081820	514	0.5081773	167	0.5082428	100	9
<i>B</i> I	3218	280	2870	68	1820	376	1769	198	2419	45	8
Unterschiede <i>A</i> I— <i>B</i> I	+ 12		+ 17		0		+ 4		+ 9		
<i>A</i> IV	0.5083231	789	0.5082889	595	0.5081820	533	0.5081774	172	0.5082428	94	9
<i>B</i> IV	3228	280	2889	61	1820	378	1774	206	2427	61	8
Unterschiede <i>A</i> IV— <i>B</i> IV	+ 3		0		0		0		+ 1		
<i>A</i> II	0.5083208	785	0.5082857	634	0.5081786	548	0.5081752	178	0.5082401	67	9
<i>B</i> II	3197	274	2842	76	1789	396	1750	224	2394	45	8
Unterschiede <i>A</i> II— <i>B</i> II	+ 11		+ 15		- 3		+ 2		+ 7		
<i>A</i> III	0.5083208	714	0.5082858	572	0.5081790	557	0.5081752	172	0.5082402	61	9
<i>B</i> III	3196	257	2842	78	1792	408	1749	247	2395	69	8
Unterschiede <i>A</i> III— <i>B</i> III	+ 12		+ 16		- 2		+ 3		+ 7		

Aus den Unterschieden A—B erkennt man, daß es gleichgültig ist, welche der Dichtekorrekturen I, II oder III angewendet werden. Es bleibt bei allen drei Reduktionsarten die gleiche Differenz zwischen den Werten, die bei niedrigem Luftdruck (A) und dann bei normalem Luftdruck (B) erhalten sind, übrig. Die ganze Unsicherheit der angewendeten Dichtekorrekturen tritt bei den großen Dichteunterschieden der Beobachtungen zu Tage. Für den eingliedrigen Ausdruck der Dichtekorrektur war es möglich, aus den Beobachtungen selbst Verbesserungen für diesen Ausdruck abzuleiten. Ich finde für:

		bei angewendeter Konstante	also verbesserte Konstante
Nr. 3	$- 10.7 \times 10^{-7} \pm 5.3$ ;	$650.7 \pm 7.6$ ;	$640.0 \pm 9.3$
„ 1	$- 19.8 \times 10^{-7} \pm 2.1$ ;	$659.4 \pm 9.2$ ;	$639.6 \pm 9.4$
„ 4	$- 0.3 \times 10^{-7} \pm 2.6$ ;	$646.6 \pm 10.7$ ;	$646.3 \pm 11.0$
„ 2	$- 4.9 \times 10^{-7} \pm 3.3$ ;	$660.1 \pm 7.1$ ;	$655.2 \pm 7.8$

Bei Anwendung der so abgeleiteten Dichtekonstanten wird der Unterschied  $A_{IV} - B_{IV}$  nahezu = 0.

Ein wesentlicher Unterschied in den Quadratsummen der übrigbleibenden Fehler ist auch nicht vorhanden. Die drei Reduktionsarten I, II, III sind, hiernach zu urteilen, als gleichwertig anzusprechen. Für die zweigliedrigen Dichtekorrekturen aus den Anschlußmessungen noch Verbesserungen abzuleiten, war nicht angängig.

Zum Schluß lasse ich noch eine Zusammenstellung folgen, die einen Vergleich gibt zwischen den Ergebnissen der zu den Temperaturkonstanten und den Anschlußmessungen benutzten Beobachtungen. Die folgenden Werte sind stets die Mittelwerte aus Beobachtungen bei niedrigem und bei normalem Luftdruck. Hinzugenommen sind auch noch die Gesamtmittel der aus den Dichtekonstanten folgenden Werte, nachdem sie durch Addition von  $+ 3.8 \times 10^{-7}$  auf den Pfeiler 31 bezogen und durch Anbringung von kleinen Korrekturen wegen des Unterschiedes des angewendeten Temperaturkoeffizienten  $48.0 \times 10^{-7}$  gegen die auf Seite 146 gegebenen endgültigen Koeffizienten verbessert sind.

Zusammenstellung aller auf den Pfeiler Nr. 31 des Pendelsaales bezogenen Beobachtungen.

An. gewandter Ausdruck für die Dichte- korrektion	Nr. 3			Nr. 1			Nr. 4			Nr. 2			Mp		
	Abgeleitet aus den Beobachtungen für			Abgeleitet aus den Beobachtungen für			Abgeleitet aus den Beobachtungen für			Abgeleitet aus den Beobachtungen für			Abgeleitet aus den Beobachtungen für		
	Dich- te- konstanten	Tem- pera- tur- An- schluß	An- schluß	Dich- te- konstanten	Tem- pera- tur- An- schluß	An- schluß	Dich- te- konstanten	Tem- pera- tur- An- schluß	An- schluß	Dich- te- konstanten	Tem- pera- tur- An- schluß	An- schluß	Dich- te- konstanten	Tem- pera- tur- An- schluß	An- schluß
	0 <sup>o</sup> 5083			0 <sup>o</sup> 5082			0 <sup>o</sup> 5081			0 <sup>o</sup> 5081			0 <sup>o</sup> 5082		
$yD$	229	228	224	882	873	879	822	818	820	774	770	771	426	423	424
$y'D + z\sqrt{D}$	200	206	203	843	844	850	778	787	788	749	751	751	392	397	398
$y''D + z'\sqrt{p}$	200	205	222	846	842	850	783	787	791	749	749	751	395	396	399

Zu den obigen Werten gehören die folgenden mittleren Fehler in Einheiten der 7. Dezimalstelle.

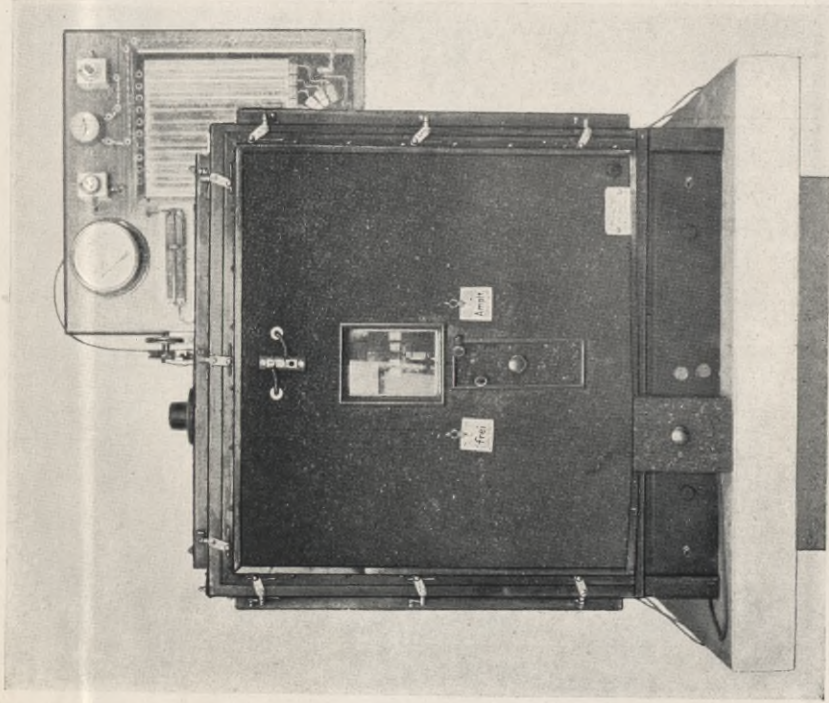
$yD$	±2.3	±1.7	±2.00	±2.9	±2.2	±1.5	±3.1	±2.0	±1.9	±2.1	±2.3	±1.2	±2.1	±1.7	±0.8
$y'D + z\sqrt{D}$	±1.4	±1.8	±2.00	±1.4	±2.1	±1.5	±2.3	±2.0	±1.9	±1.4	±2.3	±1.3	±0.6	±1.7	±0.7
$y''D + z'\sqrt{p}$	±1.3	±1.8	±1.9	±1.4	±1.8	±1.5	±2.3	±1.9	±1.9	±1.5	±2.1	±1.3	±0.5	±1.6	±0.7

Die mittleren Fehler sind aus der inneren Übereinstimmung der Einzelwerte berechnet. Die mittleren Fehler der Beobachtungen für die Temperaturkonstanten und für die Anschlußmessungen, die aus dem Mittel von je zwei Reihen bestehen, sind aus den mittleren Fehlern dieser Einzelreihen berechnet. An der Größe der mittleren Fehler ist eine geringe Überlegenheit der zweigliedrigen über die eingliedrige Dichtekorrektion zu bemerken. Die fast absolute Übereinstimmung der unter so ganz verschiedenen Umständen gemachten Beobachtungen sind ein Zeichen für die gute Unveränderlichkeit der Pendel und die Genauigkeit der Beobachtungen, die sich über die Zeit von Anfang Dezember 1912 bis Anfang März 1913 verteilen.

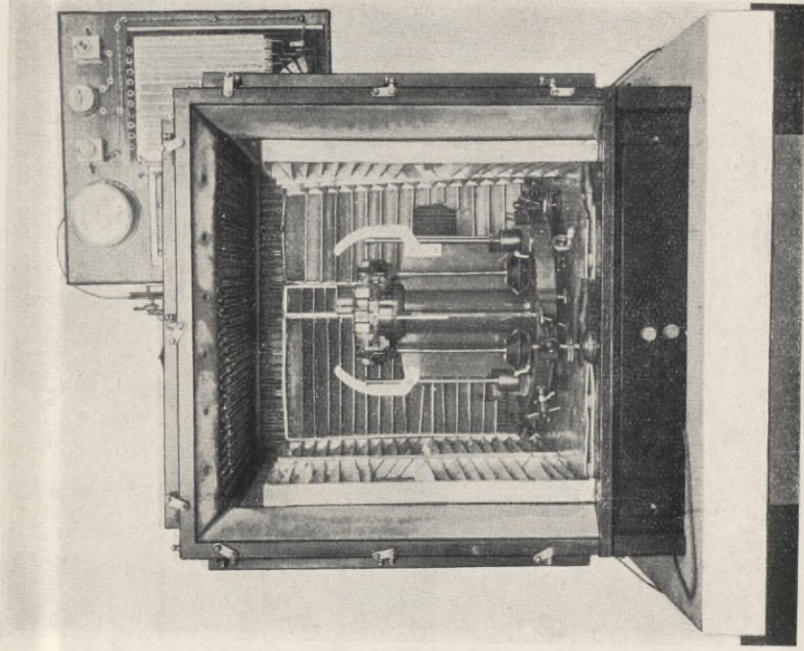
Als endgültige Werte der für die Übertragung der Schwerkraft von Potsdam nach Kopenhagen in Betracht kommenden Schwingungszeiten, deren mittlere Fehler wieder aus den mittleren Fehlern der Einzelwerte berechnet werden, sind die folgenden.

Angewandte Dichte- korrektion	Nr. 3		Nr. 1		Nr. 4		Nr. 2		Mp	
	Schwing- Zeit	Mittl. Fehler	Schwing- Zeit	Mittl. Fehler	Schwing- Zeit	Mittl. Fehler	Schwing- Zeit	Mittl. Fehler	Schwing- Zeit	Mittl. Fehler
$yD$	0 <sup>o</sup> 5083227	±1.1	0 <sup>o</sup> 5082878	±1.4	0 <sup>o</sup> 5081820	±1.4	0 <sup>o</sup> 5081772	±1.1	0 <sup>o</sup> 5082424	±0.9
$y'D + \sqrt{D}$	0.5083203	±1.0	0.5082846	±1.0	0.5081784	±1.3	0.5081750	±1.0	0.5082396	±0.7
$y''D + \sqrt{p}$	0.5083202	±1.0	0.5082846	±0.9	0.5081787	±1.2	0.5081750	±1.0	0.5082396	±0.6

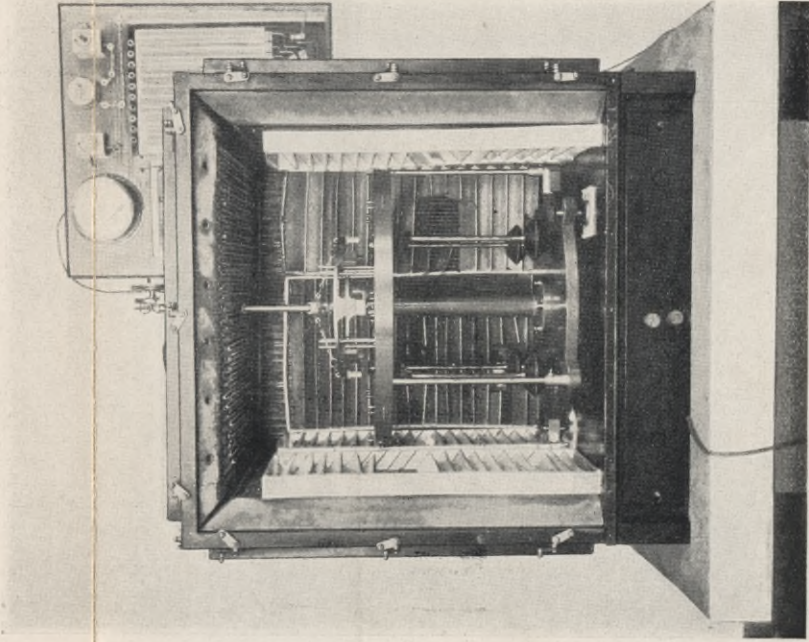




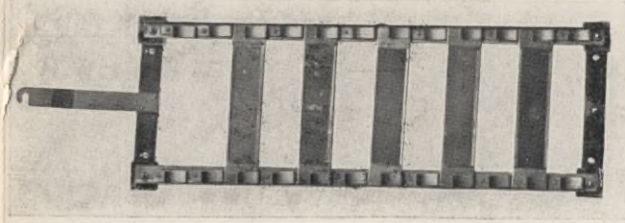
Heizkasten geschlossen.  
1 : 10



Heizkasten mit Pendelapparat.  
1 : 10.



Heizkasten mit Temperapparat.



Heizlamellen.  
1 : 8



### Schwerstörungen in der Nähe des Meridians 9° Ö.v.Gr.

### Schwerstörungen an der Westküste Jütlands.

Die Dichten des Erdprofils sind in vier Stufen angegeben.

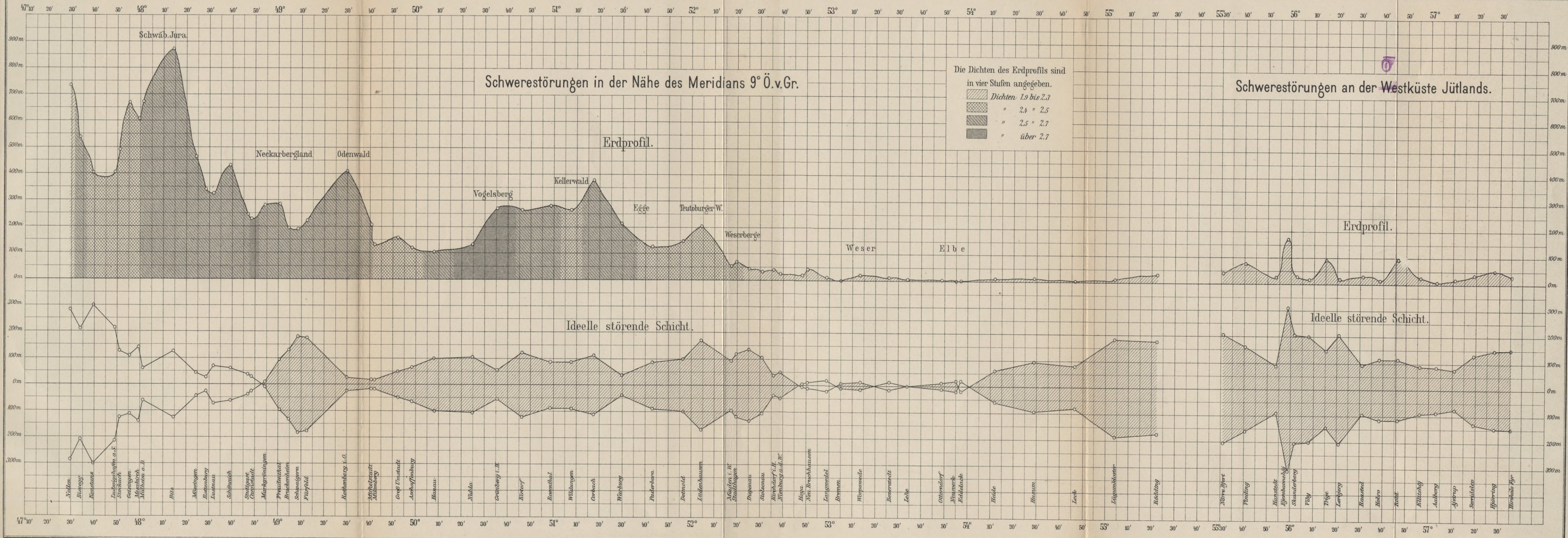
- Dichten 1.9 bis 2.3
- " 2.4 " 2.5
- " 2.5 " 2.7
- " über 2.7

Erdprofil.

Erdprofil.

Ideelle störende Schicht.

Ideelle störende Schicht.

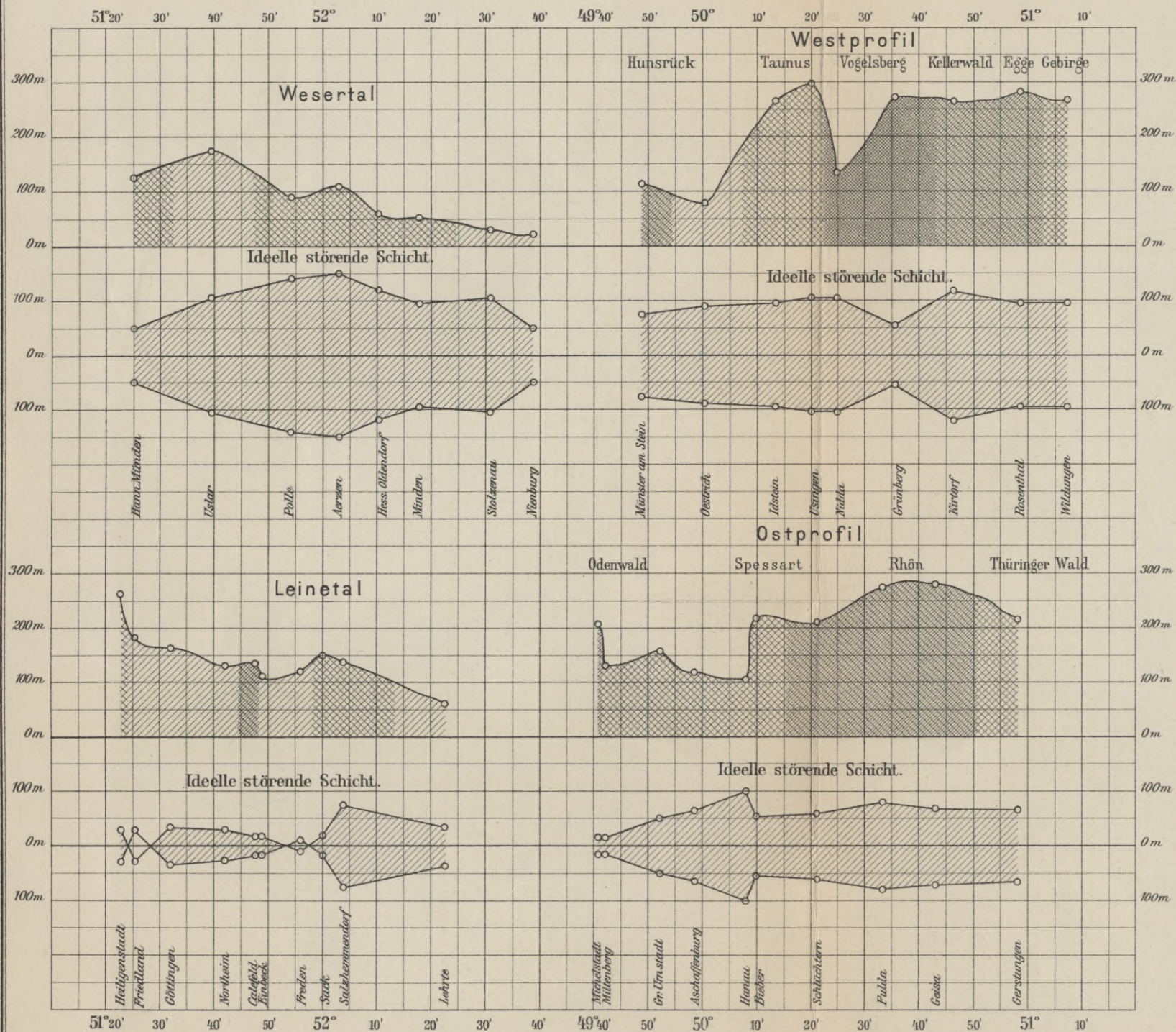






Schwerestörungen im Weser- und Leinetal.

Schwerestörungen westlich und östlich einer Verwerfungspalte.



30



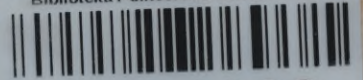
S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

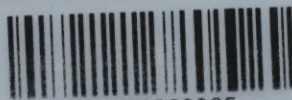
Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-306998

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300325