ZUR WISSENSCHAFTLICHEN VERWERTHUNG DES ANEROIDES,

VON

B. FREIHERRN v. WÜLLERSTORF-URBAIR,

(VORGELEGT IN DER SITZUNG DER PHILOSOPHISCH-HISTORISCHEN CLASSE AM 19. JULI 1869.)

Digitised by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Es war im Jahre 1859, kurz vor dem Schlusse der Novara-Expedition, als ich auf die Eigenschaften des Aneroides aufmerksam wurde und zur Überzeugung gelangte, dass dieses Instrument in Verbindung mit dem Quecksilber-Barometer zur Bestimmung der Veränderungen der Schwere sich verwenden lasse. Ich habe davon in einem Berichte an die kaiserliche Akademie der Wissenschaften (aufgenommen in den Berichten Band XXXIX, pag. 145 der mathem.-naturw. Klasse) in kurzen Worten Erwähnung gethan und versprach eine Vorlage der erzielten Resultate aus den während der Reise gemachten Beobachtungen, so wie des Weges auf welchem ich zu denselben gelangte.

Indess liessen es meine sonstigen Dienstesobliegenheiten nicht zu, mich mit der Lösung dieser Aufgabe zu beschäftigen, überdiess hatte ich jene Resultate auf Grundlagen erzielt, von deren Unrichtigkeit Herr Professor Airy die grosse Güte gehabt mich aufmerksam zu machen.

Jene Ergebnisse fehlerhafter Voraussetzungen waren aber zufälliger Weise von solcher Übereinstimmung unter einander und mit der eben von Prof. Airy aus Pendelbeobachtungen abgeleiteten Zunahme der Schwere vom Äquator zu den Polen (On the figure of the Earth, Encyclopädia of Astronomy London 1848), dass ich mich von meinen ursprünglichen Anschauungen kaum loszumachen vermochte, wenn ich auch die Bedeutung der von einer solchen wissenschaftlichen Autorität gemachten Einwürfe in keiner Weise verkannte.

Darüber verflossen nunmehr beinahe 11 Jahre, bis ich endlich mich entschliessen konnte die kleine Arbeit wieder vorzunehmen, richtig zu stellen und so weit meine Kräfte reichen zu vervollständigen.

Wenn ich mir nun erlaube diesen unscheinbaren Beitrag zur Kenntniss des Aneroids als Zugabe zu den Ergebnissen, welche die Novara-Expedition geliefert hat, der kais. Akademie der Wissenschaften zu unterlegen, so geschieht es vorzugsweise in der Absicht, die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt auf ein Instrument zu lenken, das seiner bequemen Form wegen so häufig zur Messung des Luftdruckes gebraucht wird, aber gewöhnlich ohne weiteres gleich einem Quecksilber-Barometer in Verwendung kömmt, anderseits aber von den Mechanikern mehr als Salongegenstand, denn als wissenschaftliches Instrument in den Handel gebracht wird.

Zu der vorliegenden Berichterstattung bin ich durch den Umstand verleitet worden, dass es wahrscheinlich sein dürfte neuere Beobachtungen von Seite der rückkehrenden ostasiatischen Expedition zu erhalten,

welche über mein Ansuchen, von S. E. dem gegenwärtigen Herrn Marine-Kommandanten Vice-Admiral von Tegetthoff einen bezüglichen Auftrag erhielt und mit Aneroiden ausgestattet ist, die zu den besten der Neuzeit zählen und vor der Expedition auf meine Bitte hin, in der meteorologischen Central-Anstalt in Wien zum Zwecke der Fehlerbestimmung mehrere Monate lang geprüft wurden.

Mit den Gefühlen meines besten Dankes erwähne ich hier, dass mich der gegenwärtige nautische Ober-Inspector der Centralseebehörde, Herr Robert Müller, sowie der gegenwärtige Herr Schiffslieutenant Latzina, bei den Rechnungen und Beobachtungen kräftigst unterstützten und dass der Direktor der nautischen Akademie in Triest, Dr. Schaub, mir mit Rathschlägen an die Hand ging, die ich zu verwerthen gesucht habe.

Das Barometer bietet bekanntlich das Mittel dar, den Druck der Luft mittelst einer Quecksilbersäule zu messen, welcher der darüber lastenden Luftsäule das Gleichgewicht hält. Dieses Gleichgewicht wird für eine und dieselbe Luftsäule nicht gestört, wenn auch die Schwerkraft sich änderte, denn diese letztere übt denselben Einfluss aus, sowohl auf die Luftsäule, wie auf die ihr das Gleichgewicht haltende Quecksilbersäule.

Das Aneroid hingegen enthält, in seiner einfachsten Form, eine luftleere Büchse mit biegsamen Wandflächen, welche letzteren durch die Kraft einer elastischen Feder von einander getrennt erhalten werden. Hier ist also die Elasticität einer Feder, welche dem Luftdrucke das Gleichgewicht hält, und ihre Veränderungen werden der Veränderung des Luftdruckes entsprechen. Da die Feder aber in ihrer Elasticität von der Schwere nicht beeinflusst wird, so ergibt sich, dass das Aneroid die Veränderungen des Luftdruckes in der Weise anzeigen wird, wie selbe auch durch Veränderung der Schwere auf eine und dieselbe Luftsäule hervorgebracht werden.

Wenn demnach unter dem Einflusse einer und derselben Schwere Aneroid und Barometer in ihren Angaben übereinstimmen sollten, so wird dies bei Veränderung dieser Schwere nicht mehr der Fall sein und die Unterschiede in den gleichzeitigen Angaben beider Instrumente werden der Veränderung der Schwere proportional sein.

In der That sind B und B_0 die auf 0° Temperatur reducirten und überhaupt fehlerfreien Barometerstände, die unter Verhältnissen beobachtet wurden, in welchen die Schwere G und G_0 wirksam waren, und heisst p und p_0 der diesen Grössen entsprechende Luftdruck, so ist bekanntlich

$$\frac{p}{p_0} = \frac{GB}{G_0 B_0} = \frac{B}{B_0} + \frac{B}{B_0}\frac{G-G_0}{G_0},$$

das heisst man wird die Grösse $\frac{B}{B_0}\frac{G-G_0}{G_0}$ zu $\frac{B}{B_0}$ hinzufügen müssen, um das richtige Verhältniss des Luftdruckes unabhängig vom veränderten Gewichte des Quecksilbers zu erhalten.

Das Aneroid ist aber, wie wir oben gesehen, von diesem Einfluss der veränderten Schwere unabhängig, wir haben demnach

$$\frac{p}{p_0} = \frac{a}{a_0},$$

wenn a und a_0 die richtigen Aneroidstände, welche den Barometerständen B und B_0 entsprechen, bezeichnen.

Es wird somit die einfache Beziehung zwischen Aneroid und Barometer ausgedrückt werden durch die Gleichung

$$\frac{a}{a_0} = \frac{B}{B_0}\frac{G}{G_0}$$

oder auch

$$\frac{a}{B} = \frac{a_0}{B_0}\frac{G}{G_0},$$

Das Verhältniss $\frac{G}{G_0}$ kann aber auch durch die Entfernungen der Beobachtungsorte vom Mittelpunkte der Erde ausgedrückt werden. Heissen diese R und R_0 so ist, wenn man von der Fliehkraft absieht,

$$\frac{G}{G_0} = \frac{R_0^2}{R^2},$$

somit auch

$$\frac{a}{a_0} = \frac{B\,R_0^2}{B_0\,R^2}.$$

Substituirt man die Grösse $\frac{a}{a_0}$ für $\frac{B\,R_0^2}{B_0 R^2}$ in der Formel

$$R - R_0 = u\,\frac{R}{R_0} \log \left\{ \frac{B_0\,R^2}{B\,R_0^2} \right\},$$

welche zur Berechnung der Höhen mittelst Barometer-Beobachtungen dient, so erhält man

$$R - R_0 = u\,\frac{R}{R_0} \log \frac{a_0}{a},$$

wo

$$u = \frac{18336^m\,(1 + \alpha\,\Delta)}{1 - 0{\cdot}002588 \cos 2\varphi}$$

und $\Delta = \frac{1}{2}(t + t_0)$ das Mittel der entsprechenden Temperaturen, $\alpha = 0{\cdot}004$ der Ausdehnungscoëfficient der Luft für jeden Grad der Temperatur ist.

Man kann dieser Formel auch die Gestalt geben

$$R - R_0 = P + \frac{P^2}{R} + \frac{P^3}{R^2} + \ldots,$$

wo

$$P = u \log \frac{a_0}{a}$$

ist. Da aber

$$\log \frac{a_0}{a} = \log\left(1 + \frac{a_0 - a}{a}\right) = m\left(\frac{a_0 - a}{a} - \frac{(a_0 - a)^2}{2a^2} + \ldots\right),$$

wo m den Modulus der Logarithmen vorstellt, so erhält man, wenn $um = U$ gesetzt und nur das erste Glied der Reihe beibehalten wird, was in den meisten Fällen genügen kann

$$P = U\,\frac{a_0 - a}{a}\;;\quad m = 0{\cdot}434294$$

$$U = \frac{7963^m\,(1 + \alpha\,\Delta)}{1 - 0{\cdot}002588 \cos 2\varphi}.$$

Wollte man sich von U unabhängig machen, so müsste man gleichzeitige Beobachtungen des Aneroids und Barometers machen.

Da nun

$$\frac{R_0^2}{R^2} = 2\,\frac{R_0 - R}{R} + \frac{(R_0 - R)^2}{R^2}$$

ist, so erhält man, wenn man die meist sehr kleine Grösse $\frac{(R_0 - R)^2}{R^2}$ vernachlässigt

$$\frac{a}{a_0} = 2\,\frac{B}{B_0} \cdot \frac{R_0 - R}{R}$$

oder

$$\frac{R_0 - R}{R} = \frac{a\,B_0}{2\,a_0\,B},$$

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und man könnte durch Vergleichung der beiden Ausdrücke für $R_0 - R$ die Grösse U finden, d. h den als unbekannt vorauszusetzenden Coëfficienten α ermitteln.

Würden aber die Beobachtungen mit Aneroid und Barometer an einem und demselben Orte, oder vielmehr unter dem Einflusse einer und derselben Schwere gemacht, so erhielte man

$$\frac{a}{a_0} = \frac{B}{B_0}$$

oder

$$\frac{a - a_0}{a_0} = \frac{B - B_0}{B_0} \text{ und } \frac{a - B}{B} = \frac{a_0 - B_0}{B_0}.$$

Die Schwere kann indess an einem und demselben Orte nicht unverändert bleiben, denn es wirken verschiedene, veränderliche Kräfte im entgegengesetzten Sinne und heben einen Theil der Anziehungskraft der Erde auf die Körper ihrer Oberfläche auf. So zum Beispiel Sonne und Mond im Verhältniss ihrer Stellung und Entfernung vom Beobachtungsorte. In diesem Falle müsste also die Formel

$$\frac{a}{a_0} = \frac{B}{B_0}\frac{G}{G_0}$$

aufrecht erhalten werden.

Stellen wir diese Gleichung unter der Form auf

$$\frac{a - B}{B} - \frac{a_0 - B_0}{B_0} = \frac{G - G_0}{G_0} + \frac{a_0 - B_0}{B_0}\frac{G - G_0}{G_0},$$

so wird, wenn die Angaben des Aneroids nahezu mit jenen des Barometers übereinstimmen, die Grösse $\frac{a_0 - B_0}{B_0}\frac{G - G_0}{G_0}$ bei der Kleinheit von $\frac{G - G_0}{G_0}$ vernachlässigt werden können, und wir erhalten daher

$$\frac{a - B}{B} - \frac{a_0 - B}{B_0} = \frac{G - G_0}{G_0}.$$

Die Bestimmungen von $\frac{G - G_0}{G_0}$ an einem und demselben Orte würden, wenn a und a_0 richtig dargestellt werden könnten, von nicht unbedeutendem Werthe sein und müssten mit den Erscheinungen der Ebbe und Fluth des Meeres in Übereinstimmung stehen. — Wäre es möglich die Unterschiede des Standes beider Instrumente genau genug zu beobachten, so würde auch in dieser einfachen Weise das Maass der Veränderung der Schwere gegeben sein, welche letztere zu Veränderungen in der Lage der beweglichen Theile der Erd-Oberfläche Anlass gibt, was in mancher Beziehung von Nutzen sein könnte.

Sieht man aber von den periodischen Fluctuationen der Schwerkraft an einem und demselben Orte ab, oder eliminirt man ihren Einfluss durch fortgesetzte Beobachtungen, wovon man das Mittel nimmt, so wird man aus der Gleichung

$$\frac{a}{a_0} = \frac{B}{B_0}\frac{G}{G_0}$$

das Verhältniss der Schwere an verschiedenen Orten der Oberfläche der Erde finden können. Sind diese Beobachtungen an der Oberfläche des Meeres gemacht worden, so wird, wenn E die Schwere am Äquator darstellt

$$\frac{G}{E_0} = 1 + F\sin^2\varphi$$

sein, wo F die Zunahme der Schwere vom Äquator zu den Polen darstellt. Es wird also auch

$$\frac{G}{G_0} = \frac{1 + F\sin^2\varphi}{1 + F\sin^2\varphi_0},$$

und wenn man die Quadrate und höheren Potenzen von F vernachlässiget, was bei der Leistungsfähigkeit der Instrumente um so eher gestattet ist, als φ_0 klein gewählt wird, so ist

$$\frac{G - G_0}{G} = F(\sin^2\varphi - \sin^2\varphi_0)$$

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wir hätten also

$$\frac{a-B}{B}-\frac{a_0-B_0}{B_1}=\frac{a_0}{B_0}(\sin^2\varphi-\sin^2\varphi)F.$$

Sollte aber $G_0 = E$ oder die Beobachtungen a_0 und B_0 für den Äquator gelten, so wäre

$$\frac{a-B}{B}=F\sin^2\varphi$$

woraus F gefunden werden kann, und zwar um so sicherer je grösser φ ist.

Aus der Gleichung

$$\frac{a}{a_0}=\frac{B}{B_0}\frac{G}{G_0}$$

kann man also die Zunahme der Schwere vom Äquator zu den Polen oder überhaupt die Veränderung der Schwere finden, vorausgesetzt, dass a und a_0 bekannt sind.

Aber a und a_0 werden nicht unmittelbar aus der Beobachtung hervorgehen, man wird vielmehr die Lesungen A und A_0 erhalten, von welchen die Grössen a und a_0 abzuleiten sein werden, wenn man überhaupt die Fehler zu ermitteln im Stande ist, welche den Lesungen am Aneroide anhaften.

Welchen Maasseinheiten A und A_0 auch immer angehören mögen, immer wird es erforderlich sein, dass für gleiche Veränderungen des Druckes, gleiche Maasseinheiten auf dem Zifferblatte des Aneroids abgelesen werden können. Weil aber die Elasticität einer Feder, von welcher die Bewegungen des Zeigers am Zifferblatte abhängig sind, für gleiche fortschreitende Veränderungen des Druckes eine verschiedene sein wird, so werden auch diese Bewegungen des Zeigers, abgesehen von der Unvollkommenheit der mechanischen Übertragung, für gleiche Veränderungen des Druckes im Allgemeinen ihrer räumlichen Ausdehnung nach nicht gleich sein, demnach die Theilstriche des Zifferblattes nicht in gleichen Entfernungen von einander angebracht werden können, falls dieselben die Maasseinheiten des in Zunahme oder Abnahme begriffenen Luftdruckes darstellen sollen. Von dieser Schwierigkeit der Theilung des Zifferblattes hat man sich dadurch unabhängig zu machen gesucht, dass man unter dem Einflusse einer möglichst gleichen Temperatur die Eintheilung des Aneroids nach den corrigirten Angaben eines Barometers mit Hilfe der Luftpumpe, wenn auch nicht von Theilstrich zu Theilstrich, denn doch für kleine Veränderungen des Luftdruckes vornimmt, unter Voraussetzung, dass die Schwere unverändert geblieben. Würde dieser Vorgang sorgsam befolgt, so könnte allerdings für den Ort der Eintheilung und für die constant erhaltene Temperatur während der Ausführung dieser Arbeit, jede Angabe des Aneroids sehr nahe mit der Angabe des Barometers übereinstimmen.

Aber die praktische Anwendung dieser Methode ist eine schwierige, weil die aufeinanderfolgenden stossweisen Veränderungen des Druckes momentan andere Angaben des Aneroids bewirken, als nach einiger Zeit, nachdem die Metalle sich mit ihrer neuen Lage ins Gleichgewicht gesetzt haben. Es wird überdies nicht immer möglich sein unter solchen Verhältnissen die erforderliche Unveränderlichkeit der Temperatur aufrecht zu erhalten. Ja ich halte dafür, dass durch diese Methode der Eintheilung die Büchse des Aneroids Schaden leidet und dass es wünschenswerth ist, dieselbe von jeder stossweisen Bewegung zu bewahren, weil durch diese an den Kanten, wenn auch nur sehr leichte Sprünge oder Trennungen der Metalltheile entstehen können, durch welche die äussere Luft sich allmählig Eingang in die Büchse verschafft.

Ich glaube, dass es mithin vortheilhafter ist, das Zifferblatt so einzutheilen, wie es in der jetzigen Zeit vielfach geschieht und wonach der Kreis desselben mit einer Anzahl gleicher Theile bezeichnet wird, welche der Erfahrung gemäss mit den Eintheilungen eines Barometers nahezu übereinstimmen. Es bleibt dann dem Beobachter überlassen, die Fehler dieser Eintheilung zu bestimmen, und wenn die Kreistheilung mit allen jenen Vorsichten vorgenommen wird, wie dies bei anderen wissenschaftlichen Instrumenten, bei Anwendung einer Theilungsmaschine geschieht, so werden die Fehler der Theilung einem Gesetze mindestens sehr nahe unterworfen sein, welches von jenen der Elasticität der Feder im Inneren des Instrumentes abhängig sein wird.

Wenn wir indess auch annehmen wollen, dass die Theilungsfehler regelmässig genug sind, um mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt werden zu können, so ist dennoch auf den weiteren Umstand Rücksicht

zu nehmen, dass die Büchse des Aneroids niemals vollkommen luftleer gemacht werden kann, dass also die Veränderungen der Temperatur nicht nur auf die Metalle des Instrumentes im Allgemeinen, sondern auch auf die in der Büchse zurückgebliebene Luft Einfluss ausüben werden. Man muss sonach eine Correction den Angaben des Aneroids zufügen, welche von der Veränderung der Temperatur abhängig ist und ihrerseits für grössere Temperatursunterschiede einem ziemlich complicirten Gesetze folgt, insbesondere wenn die Luftmenge in der Büchse erheblich sein sollte.

Ist aber dies nicht der Fall, so kann man immerhin bei gut construirten Instrumenten annehmen, dass innerhalb mässiger Grenzen der Temperaturänderungen, die Correction regelmässig mit der Temperatur sich ändern wird, so dass wenn dieser Fehler für einen Grad Zunahme der Temperatur bestimmt wird, der Gesammtfehler für nicht zu grosse Unterschiede mit genügender Genauigkeit erzielt werden kann.

Die Bestimmungen dieses Fehlers müssen indess von Zeit zu Zeit wiederholt werden und jedenfalls vor und nach der Verwendung des Instrumentes zu anderen Zwecken, weil im Laufe der Zeit die Metalle, welche in Bewegung sich befinden, eigenthümliche Veränderungen erfahren und weil die Undurchdringlichkeit der Büchse für die äussere Luft keine absolute genannt werden kann.

Nehmen wir an, dass an einem gut construirten Aneroide die Fehler bestimmt werden sollen und zwar nach den Angaben eines fehlerfreien Barometers, so wird man jedenfalls unter dem Einflusse einer und derselben Schwere, für einen willkürlichen Stand A_0 setzen können

$$B_0 = A_0 + x_0,$$

wo x_0 als Indexfehler zu betrachten wäre und die Temperatur t_0 vorausgesetzt ist.

Für den Stand A bei der Temperatur t wird man aber haben

$$B = A + (A - A_0)\,\delta + (t - t_0)\,\mu + x_0$$

oder

$$(B - A) - (B_0 - A_0) = (A - A_0)\,\delta + (t - t_0)\,\mu,$$

wo δ den Fehler für einen Theilstrich oder eine Einheit des Maasses, in welcher A und A_0 gegeben sind, bedeutet und μ die Änderung des Aneroidstandes darstellt für die Änderung der Temperatur um einen Grad.

Da wir das Aneroid nach dem Barometer berichtigen wollen, so wird auch der Barometerstand den richtigen Aneroidstand für den Ort der Eintheilung bezeichnen, so dass für die Schwere des letzteren

$$a_0 = B_0 \text{ und } a = B$$

sein wird.

Sind δ und μ so wie x_0 bekannt, so wird für jeden Aneroidstand A bei unveränderter Schwere

$$a = A + y + x_0,$$

wo

$$y = (A - A_0)\,\delta + (t - t_0)\,\mu.$$

Sollten die ersten Potenzen von $A - A_0$ und $t - t_0$ zur Darstellung der Aneroidfehler nicht ausreichen, so müssten auch deren Quadrate berücksichtigt werden, wo dann noch zwei neue Coëfficienten zu bestimmen wären. Im Allgemeinen dürfte dies höchstens für die Temperaturscorrection nothwendig sein, da die Ausdehnungen der in der Büchse enthaltenen Luft sich mit der Temperatur, wie bekannt, progressiv ändern. Hiemit wäre unsere Aufgabe gelösst, wenn das Aneroid auch wirklich den Anforderungen entsprechen würde, die man bei einer solchen Fehlerbestimmung an dasselbe zu stellen berechtigt sein dürfte. Aber einerseits sind diese Instrumente noch immer mangelhaft hergestellt und die Theilung nicht mit jener Genauigkeit durchgeführt, welche einen Vergleich mit anderen wissenschaftlichen Instrumenten zulässt, andererseits mögen noch andere Fehler vorhanden sein, welche bei den gegenwärtigen Instrumente auf ihre Angaben Einfluss nehmen. So zum Beispiel habe ich Grund anzunehmen, dass die Nadel oder der Zeiger des Instrumentes, welcher gewöhnlich von Eisen oder Stahl ist, bei längerem Verweilen des Aneroids in einer und derselben Lage, durch die Einwirkung des Erdmagnetismus, magnetisch wird, was auf die Genauigkeit der Angaben des Aneroids nachtheilig rückwirken kann. — Dem wäre freilich leicht abzuhelfen, indem man den Zeiger aus anderem Metall oder Glas verfertigt; aber es ergeben sich andere Unsicherheiten, die nicht so einfach zu beseitigen sind.

Überdiess sind die Vergleichungen mit einem Barometer nur für das gebrauchte Instrument giltig, und schon eine kurze Beobachtung genügt, um zu beweisen, dass die Unterschiede zwischen Aneroid und Barometer andere sind, je nachdem der Luftdruck in Zunahme oder Abnahme sich befindet. Endlich will ich hier diese Ableitungen zur Berechnung der Veränderung der Schwere aus Beobachtungen verwenden, welche vor etwa 13 Jahren mit einem Aneroide auf der Fregatte Novara gemacht wurden, dessen Fehler nicht bestimmt waren und dessen Leistungsfähigkeit eine mittelmässige gewesen sein dürfte, weil in jener Zeit diese Instrumente wahrscheinlich nicht mit jener Sorgfalt, wie es gegenwärtig der Fall, construirt wurden.

Die hier beigelegten Beobachtungen eignen sich auch nicht dazu, aus ihnen gleichzeitig mit der Veränderung der Schwere, die Fehler des Instrumentes zu bestimmen, weil sie in keinem Falle grosses Vertrauen einflössen können.

Ich beobachtete nämlich selbst den Luftdruck am Aneroide, so oft es eben meine sonstigen Beschäftigungen zuliessen, um einerseits die Beobachtungen am Barometer, welche von dazu bestimmten Offizieren angestellt wurden, zu controlliren, andererseits um bei stürmischem Wetter über den Gang des Luftdruckes directe Kenntniss zu erhalten.

In der ersten Zeit waren die sich regelmässig abwechselnden Beobachter am Barometer noch ungeübt, und es ergaben sich zwischen ihnen Ablesungsunterschiede, die hier einen nennenswerthen Einfluss ausüben dürften.

Das Aneroid selbst war nicht fest aufgestellt und fiel einmal während eines Sturmes auf den Boden, und wenn es auch scheinbar keine Beschädigung erlitt, indem der Teppich den Stoss milderte, so konnte doch vorausgesetzt werden, dass dadurch dessen Leistungsfähigkeit nicht gewonnen hatte. Später wurde das Aneroid unbrauchbar, und ich habe nur Beobachtungen in mässigen Breiten aufzuweisen.

Obschon später wieder zusammengestellt, so konnte unter solchen Umständen von einer brauchbaren Fehlerbestimmung wohl keine Rede mehr sein, und in der That haben die von mir sowohl als von Direktor von Jellinek auf meine Bitte gemachten Fehlerbestimmungen keinen praktischen Werth für die Beobachtungen auf der Novara.

Ich musste daher zu einem anderen Verfahren meine Zuflucht nehmen, was ich um so eher versuchte, als ich durch Zufall eine Formel aufgestellt hatte, mittelst welcher ganz erstaunliche Resultate erzielt wurden.

Schiffslieutenant Latzina berechnete nämlich mittelst der Formel

$$2\,(A - B + x_0) = F\,B \sin^2 \varphi.$$

Aus 248 Beobachtungen im atlantischen Ocean

$$F = 0 \cdot 0051043.$$

Aus 160 Beobachtungen im indischen Ocean

$$F = 0 \cdot 0051045.$$

Während Prof. Airy den Werth von F aus Pendelversuchen

$$F = 0 \cdot 005133$$

berechnete.

Freilich wurden jene Resultate auch durch eingeschlichene kleine Fehler verbessert, welche ich erst in jüngster Zeit entdeckte, aber jene Formel dürfte in der That nahezu richtig sein.

Wir hatten im Vorhergehenden

$$\frac{a}{a_0} = \frac{B\,G}{B_0\,G_0}.$$

Geht man von der Schwere G_0 aus und von dem Stande a_0 des Aneroids, so muss, wie wir gesehen haben, $a_0 = B_0$ sein, folglich auch

$$a = B\,\frac{G}{G_0}.$$

Setzt man nun anstatt a die entsprechende Lesung A mit den dazu gehörigen Fehlern, so ist

$$A + x_0 + y = B \frac{G}{G_0},$$

wo x_0 wieder der Indexfehler des Aneroids an der Schwere G_0 und y die Summe der Fehler darstellt, welche von der Eintheilung, des Zifferblattes, von der Temperatur und von den sonstigen Unvollkommenheiten des Instrumentes abhängen und wie es die obige Gleichung bedingt für die Schwere G_0 und den Stand A gelten müssen.

Gilt G_0 für die Schwere am Äquator und sind die Beobachtungen an der Oberfläche des Meeres gemacht worden, so ist

$$A - B + x_0 + y = FB \sin^2 \varphi.$$

Wollte man die Summe der Fehler y durch die Beobachtungen bestimmen, welche an der Breite φ gemacht wurden, so muss vor Allem A von dem Einflusse der Veränderung der Schwere befreit werden, der für dasselbe B und t, aus der Veränderung der Breite vorhergegangen ist. Wir haben gesehen, dass dieser Einfluss dargestellt werden kann durch

$$a - B = FB \sin^2 \varphi = V$$

und dass V von A abgezogen werden muss, um den beobachteten Aneroidstand auf den Äquator zu reduciren. Demgemäss wird also

$$y = (A - A_0)\delta - V\delta + (t - t_0)\mu$$

die Summe der Fehler für den Stand A des Aneroids an der Breite φ darstellen.

Nun ist aber die Grösse

$$y' = (A - A_0)\delta + (t - t_0)\mu$$

die Summe der Fehler, welche am Äquator durch

$$y' = A - B + x_0$$

bestimmt werden kann, und es wird demnach

$$y = A - B + x_0 - V\delta$$

die Summe der Fehler darstellen, welche für den Stand A und die Temperatur t Geltung hat. Substituirt man diesen von der Gleichung für $FB \sin^2 \varphi$ ganz unabhängig bestimmten Ausdruck für die Summe der Fehler y, so ist

$$2(A - B + x_0) - V\delta = FB \sin^2 \varphi.$$

Weil aber δ im Allgemeinen klein angenommen werden darf, so wird man für eine erste Annäherung $V\delta$ vernachlässigen können, wodurch

$$2(A - B + x_0) = FB \sin^2 \varphi,$$

oder wenn

$$A - B = m$$

gesetzt wird

$$2(m + x_0) = FB \sin^2 \varphi.$$

Eine zweite Näherung wird dann ergeben

$$2(m + x_0)(1 - \delta) = FB \sin^2 \varphi.$$

und hat man eine zweite Beobachtung an der Breite φ' gemacht, so wird man aus dem Unterschied beider erhalten

$$2(m' - m)(1 - \delta) = F(B' \sin^2 \varphi' - B \sin \sin^2 \varphi)$$

und es würde sich nur darum handeln mittelst anderweitiger Bestimmungen δ zu erhalten und dann F mit grösserer Genauigkeit berechnen zu können.

Bei den folgenden Beobachtungen sind die Unterschiede des Luftdruckes viel zu gering, um δ mit einiger Sicherheit selbst in dem Falle bestimmen zu können, in welchem dieselben als völlig tadellos

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

angesehen zu werden verdienten, was leider nicht anzunehmen ist. Ich musste mich daher begnügen die Formel

$$2\,(m^1 - m) = F\,(B^1 sin^2\varphi^1 - B sin^2\varphi)$$

als richtig anzunehmen, nachdem es sich ohnehin unter den gegebenen Verhältnissen nur darum handeln kann zu beweisen, welchen Nutzen man aus den gleichzeitigen Beobachtungen des Aneroids und des Barometers ziehen kann, während die Bestimmung von F selbst keinen Anspruch auf sehr grosse Genauigkeit machen darf.

Wie ich bereits bemerkt, habe ich in letzter Zeit die unliebsame Entdeckung gemacht, dass sich bei der ursprünglichen Berechnung von F Fehler eingeschlichen hatten, welche die Resultate als unrichtig erscheinen lassen mussten. Ich entschloss mich demgemäss die ganze Rechnung zu wiederholen.

Die Aneroidbeobachtungen sind in meinem Tagebuche eingetragen, stehen also zu meiner Verfügung. Nicht so die Original-Beobachtungen am Barometer. Unter solchen Verhältnissen suchte ich aus den veröffentlichten Beobachtungen, im Novara-Werke, die zu meinen Aneroid-Beobachtungen entsprechenden Barometerstände, welche, ich weiss nicht mehr aus welchem Grunde, in Pariser Linien ausgedrückt wurden, während die Ablesungen in englischen Zollen gegeben waren.

Da die Aneroidbeobachtungen nicht immer zu den Beobachtungsstunden des Barometers gemacht wurden, so habe ich die entsprechenden Barometerstände einfach aus zwei aufeinanderfolgenden Beobachtungen interpolirt, was natürlich nicht immer ganz richtig sein dürfte, indess für den hier angestrebten Zweck und bei der grossen Anzahl von Lesungen genügt. Eine einzige Barometer-Angabe scheint im Novara-Werke nicht richtig angegeben zu sein. Es ist dies die Beobachtung für den 3. November 1857 um 2 Uhr Nachmittag. Ich habe daher den Stand für 1 Uhr aus den Beobachtungen für 0 Uhr und 3 Uhr interpolirt. Übrigens hätte ich diese Beobachtung ganz auslassen können, ohne das Resultat wesentlich zu beeinträchtigen.

Ich bemerke hier nur noch, dass es ziemlich übereinstimmend vorkommt, dass bei steigendem Luftdrucke die Unterschiede $A - B$ kleiner, hingegen bei abnehmendem grösser, als das Mittel der zu einer und derselben Gruppe gehörigen Beobachtungen, bei welchen sich die Breite nicht wesentlich ändert. Es werden also in Folge der Bewegung der Quecksilbersäule Fehler in $A - B$ erzeugt, welche sich nur im Mittel sehr vieler Beobachtungen eliminiren lassen.

Ich habe im Durchschnitte stets 10 Beobachtungen zusammen genommen, für jede einzelne aber das entsprechende $B \sin^2\varphi$ gerechnet. Nur in zwei Fällen habe ich im atlantischen Ocean das Mittel von 9 Beobachtungen genommen, weil deren nur 248 vorhanden waren. Für den indischen und zum Theile noch südatlantischen Ocean fanden sich in meinem Tagebuche 161 Beobachtungen vor, es entfällt also in einer Gruppe das Mittel aus 11 Beobachtungen.

Die 25 Mittel aus 10 Beobachtungen im atlantischen Ocean habe ich in zwei Theile, nämlich zu 12 und zu 13 Gruppen getheilt, daraus wieder das Mittel genommen und aus diesen 248 Beobachtungen

$$F = 0{\cdot}0051611$$

erhalten.

Von den 16 Gruppen des indischen Oceans habe ich für je 8 wieder das Mittel genommen und daraus

$$F = 0{\cdot}0050312$$

bestimmt. Wollte man ein entsprechendes Mittel zwischen diesen beiden Resultaten nehmen, so müsste man es im Verhältniss von 25 zu 16 thun und man würde erhalten

$$F = 0{\cdot}005083,$$

während, wie erwähnt, nach Airy sein sollte

$$F = 0{\cdot}005133.$$

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Aber dieses Resultat ist insoferne ohne wissenschaftlichen Werth, weil das Aneroid während der Beobachtungen im indischen Ocean auf den Boden fiel, also der Indexfehler x_0 eine Veränderung erlitten haben mag.

Ebenso lassen sich die beiden Beobachtungsreihen im atlantischen, wie im indischen Ocean nicht gut zusammenziehen, weil dazwischen durch die Ungeschicklichkeit eines Dieners das Aneroid ebenfalls auf einen nebenstehenden Divan geworfen wurde.

Wie es immer sein möge, dürfte indess das hier berechnete F besonders für den atlantischen Ocean, unter den bezeichneten Umständen darthun, dass sorgsam durchgeführte und zu dem Zwecke gemachte Beobachtungen jedenfalls ein Resultat zu liefern vermöchten, das bei genügendem Breitenunterschiede an Genauigkeit gegenüber anderen Methoden nichts zu wünschen übrig lassen dürfte. Die Leichtigkeit mit welcher, unter ganz gleichen örtlichen Verhältnissen, die Beobachtungen, soweit das Meer fahrbar ist, ausgeführt werden können, dürfte vielleicht zur Berücksichtigung dieser meiner Methode führen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Atlantischer Ocean.

B = Barometer Adie Nr. 517; A = Aneroid Lerebours Nr. 7711.

1857	Zeit	A Original Lesung Millim.	t Celsius	B in pariser Linien	Breite φ	B sin²φ
Juni 1	9ʰ a. m.	761·9	20°2	336·984	36°20'N.	118·300
	0	2·2	20·4	6·917	20	118·275
	8 p. m.	2·5	20·3	7·345	30	119·361
2	9 a. m.	4·3	20·0	7·908	30	119·558
	0	4·5	20·1	7·920	30	119·564
	3 p. m.	4·3	20·1	7·908	30	119·558
	7 „	3·8	20·5	7·892	30	119·553
3	9 a. m.	6·4	20·9	7·908	20	118·622
	1 p. m.	6·5	20·0	8·015	10	117·716
	3 „	5·6	19·6	8·133	0	116·824
		764·20	**20·21**	**337·693**		**118·733**
	7 p. m.	763·9	19·8	337·868	36 0	116·733
	11 „	3·9	19·9	7·729	35 40	114·818
4	9 a. m.	3·1	20·9	7·469	30	113·800
	0	3·0	20·7	7·525	20	112·892
	3 p. m.	3·0	20·8	7·570	20	112·908
	8 „	3·6	20·8	7·818	20	112·992
	12 „	4·7	20·6	8·122	10	112·163
5	9 a. m.	6·5	21·2	9·102	34 50	110·633
	0	7·1	21·3	9·225	40	109·500
	3 p. m.	7·1	20·0	9·327	40	109·533
		764·59	**20·60**	**338·176**		**112·597**
6	9 a. m.	768·3	22·1	339·890	34 10	107·202
		8·4	22·0	9·834	10	107·182
	6 p. m.	8·2	22·2	340·081	0	106·341
	8½ „	8·9	22·1	0·323	0	106·417
7	9 a. m.	9·7	22·3	0·622	33 40	104·676
	0	770·2	22·3	0·576	40	104·662
	7 p. m.	0·2	22·2	0·700	30	103·788
	8 „	0·4	22·2	0·802	20	102·905
	12 „	1·2	22·0	0·847	10	102·014
	. .	. .	.	. . . . .	. . . . .	. . . .
		769·50	**22·16**	**340·408**		**105·021**
8	9 a. m.	771·5	21·6	341·150	32 40	99·385
	10 p. m.	1·9	21·9	1·083	40	99·364
9	9 a. m.	0·8	21·8	0·937	40	99·325

1857	Zeit	A Original Lesung Millim.	t Celsius	B in pariser Linien	Breite φ	B sin²φ
Juni 9	0ʰ	770·8	22°0	340·453	32°40'N.	99·184
13	0	767·3	21·7	339·541	40	98·917
14	0	6·5	21·8	8·933	40	98·740
15	9 a. m.	8·2	21·0	9·046	40	98·772
16	9 „	8·5	21·5	9·248	40	98·833
17	9 „	6·5	21·5	9·146	40	98·802
	0	6·5	21·4	9·203	30	97·926
		768·85	**21·62**	**339·874**		**98·925**
	3 p. m.	766·2	21·0	339·102	32 30	97·897
	11 „	7·4	21·2	9·349	20	97·073
18	9 a. m.	6·9	21·8	9·102	10	96·110
	0	7·2	22·0	9·236	0	95·264
	3 p. m.	7·1	22·2	9·091	0	95·222
	6½ „	6·8	21·9	9 096	31 50	94·338
	9 „	7·3	21·7	9·439	50	94·432
19	9 a. m.	7·7	22·3	9·788	30	92·766
	1½ p. „	7·7	22·0	9·564	10	90·946
	3 „	7·5	21·9	9·541	0	90·068
		767·18	**21·80**	**339·331**		**94.412**
	6 „	767·8	21·8	339·383	31 0	90·024
	9 „	8·3	21·7	9·698	0	90·112
20	9 a. m.	9·7	22·2	340·430	0	90·304
	1 p. m.	9·9	22·4	0·402	0	90·296
	3 „	9·5	22·5	0·374	10	91·164
	9 „	770·3	22·3	0·655	10	91·236
21	9 a. m.	769·7	23·2	0·295	10	91·140
	0	9·3	23·1	0·092	20	91·968
	3 p. m.	8·8	23·6	339·597	30	92·715
	6 „	8·9	24·0	9·912	20	91.918
		769·22	**22·68**	**340·084**		**91·088**
	10 „	769·4	23·3	340·070	31 20	91·962
22	9 a. m.	8·3	23·2	339·721	0	90·116
	1 p. m.	7·5	23·4	9 417	30 50	89·166
	3 „	7·3	23·2	9·248	50	89·120
	6½ „	7·3	23·1	9·226	40	88·250
	9 „	7·9	22·8	9·586	30	87·478

Atlantischer Ocean.

1857	Zeit	*A* Original Lesung Millim.	*t* Celsius	*B* in pariser Linien	Breite φ	*B* sin² φ
Juni 23	9ᵇa. m.	766·8	22°5	338·933	30°10'N.	85·588
	0	7·0	22·9	9 214	0	84·804
	3 p. m.	6·2	22·4	8·842	0	84 710
	8 „	6·5	22·0	8·944	0	84·736
		767·42	**22·88**	**339·320**		**87·593**
24	9 a. m.	766·3	22·8	339·034	29 30	82·210
	0	6·3	23·0	8·921	20	81·340
	3 p. m.	6·1	23·2	8 898	10	80·492
	6 „	6·2	23·2	8·933	10	80·498
25	9 a. m.	7·9	22·9	9·709	28 30	77·345
	0	8 1	23·2	9·822	20	76·545
	3 p. m.	7·6	23·3	9·383	20	76·445
	6 „	7·7	23·2	9·383	20	76·443
26	9 a. m.	8·6	23·4	340·002	20	76·584
	0 „	8·9	23·8	0·059	10	75·774
		767.37	**23.20**	**339.414**		**78.367**
	8½p. m.	769·2	24·2	339·659	27 50	74·043
27	9 a. m.	770·1	23·8	340·329	10	70·948
	3 p. m.	0·1	24·2	0·622	0	70·205
28	9 a. m.	1·2	24·0	1·139	26 0	65·556
	0	1·1	23·7	1·150	0	65·559
	3 p. m.	0·4	23·8	0·755	25 50	64·703
	8 „	0·4	23·7	0·768	30	63·157
29	9 a. m.	0·4	24·0	0·746	24 30	58·599
	0	0·0	24·0	0·531	20	57·815
	2 p. m.	769·3	24·1	0·542	10	57·076
		770·22	**23·95**	**340·624**		**64·766**
	9½ „	768 9	24·2	339·465	23 30	53·975
30	9 a. m.	7·8	24·8	9·721	22 0	47·673
	0	7·3	24·7	9·394	21 50	46·944
	3 p. m.	6·5	25·0	8·831	30	45·514
	5 „	6·0	25·0	8·859	10	44·181
	7 „	6·2	24·8	9·018	0	43·540
	8½„	7·0	25·0	9·102	20 50	42·891
Juli 1	9 a. m.	6·5	25·0	9·046	18 50	35·333
	0	6·3	25·0	8·865	40	34·712
	3 p. m.	5·7	25·1	8·719	20	33·512
		766·82	**24·86**	**339·102**		**42·828**
	6½„	765·5	25·0	338·789	17 50	31·774
	8 „	6·5	25·0	9·000	40	31·222
2	9 a. m.	6·0	25·3	8·933	16 20	26·805
	0	5·4	25·3	8·775	0	25·739
	3 p. m.	4·3	25·3	8·279	15 30	24·158
	6 „	4·0	25·6	8·167	10	23·147
	8½„	5·0	25·4	8·476	14 50	22·184
3	9 a. m.	4·7	25·8	8·324	13 50	19·341
	0	4·4	26·0	8·145	40	18·877
	3 p. m.	2·9	26·2	7·547	20	17·952
		764·87	**25·49**	**338·444**		**24·120**
	6 „	763·0	25·9	337·582	13 0	17·082
	8 „	4·0	25·8	7·671	12 40	16·237
4	10 a. m.	4·2	26·2	8·190	11 40	13·829
	0	3·9	26·3	8·088	30	13·439
	3 p. m.	3·6	26·3	7·446	10	12·656
	6 „	2·4	26·4	7·525	10 50	11·923
	8½„	3·3	26·3	7·666	30	11·214

1857	Zeit	*A* Original Lesung Millim.	*t* Celsius	*B* in pariser Linien	Breite φ	*B* sin² φ
Juli 5	9ᵇa. m.	762·9	26°3	337 514	9°20'N.	8·877
	0 „	3·1	26·3	7·435	10	8·563
	3 „	2·1	26·2	7·266	0	8·254
		763·25	**26·20**	**337·638**		**12·207**
	6½„	762·1	25·7	337·302	9 0	8·254
	10 „	3·1	25·5	7·142	8 50	7·950
6	9 „	2·8	26·5	7·547	20	7·090
	0	2·5	27·0	7·368	20	6·087
	3 p. m.	1·7	27·0	7·413	10	6·809
	7 „	2·2	27·0	7·553	10	6·811
	10½„	3·6	27·0	7·576	10	6·812
7	9 a. m.	2·8	27·2	7·582	7 50	6·271
	0	2·4	27·3	7·187	40	6·002
	3 p. m.	1·3	27·3	6·816	40	5·995
		762·45	**26·75**	**337·349**		**6·908**
	7 „	761·7	27·1	337·243	7 30	5·746
	10½„	2·8	27·1	7·578	30	5·751
8	9 a. m.	2·8	27·4	7·446	20	5·498
	0	2·9	27·0	7·660	20	5·501
	3 p. m.	1·7	26·9	7·041	20	5·491
	7 „	2·1	27·0	7·272	10	5·249
9	9 a. m.	3·2	27·3	8·043	6 50	4·786
	0	3·6	27·5	8·167	50	4.787
	3½p. „	3·0	27·4	7·610	40	4·550
	7 „	3·8	27·2	7·863	10	3·899
		762·76	**27·19**	**337·592**		**5·126**
	10 „	764·7	27·2	338·167	6 0	3·695
10	9 a. m.	4·5	27·6	8·471	5 10	2·745
	0	4·9	27 5	8·257	0	2·570
	3 p. m.	3·5	27·3	7·627	4 50	2·397
	7½„	3·8	27·0	8·044	30	2·081
	10 „	4·1	26·8	8·223	20	1·931
11	9 a. m.	3·8	27·1	7·920	3 40	1·382
	0	3·2	27·3	8·032	30	1·260
	3½p. „	2·2	27·3	7·131	20	1·140
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . . . .	. . . . .	. . . .
		763·86	**27·23**	**337·986**		**2·133**
	7 „	762·8	27·0	337·328	3 10	1·029
	10 „	3·3	27·1	7·649	10	1·030
12	9 a. m.	2·7	27·2	7·582	0	0·925
	1 p. m.	2·1	27·1	7·339	0	0·924
	3½„	1·9	27·3	6·984	2 50	0·823
	7 „	2·2	27·3	7·362	40	0·730
	10 „	3·1	27·0	7·908	40	0·731
13	9 a. m.	3·8	26·9	7·897	50	0·826
	1 p. m.	3·3	27·2	7·717	3 0	0·925
	8 „	3.8	27·0	8·054	2 20	0·560
		762·90	**27·11**	**337·582**		**0·850**
14	9 a. m.	765·1	26·8	338·279	1 30	0·232
	0	5·3	27·2	8·245	20	0·185
	8 p. m.	4·9	26·5	8·606	0 30 N.	0·026
15	9 a. m.	5·0	26·8	8·617	40 S.	0·046
	0	4·1	26·8	8·201	0 50	0·072
	3½p.„	3·2	26·8	8·268	1 0	0·103
	7 „	4·2	26·7	8·544	20	0·183
	11 „	4·9	26·5	8·466	30	0·184

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Atlantischer Ocean.

1857	Zeit	A Original Lesung Millim.	t Celsius	B in pariser Linien	Breite φ	B sin²φ
16	9ʰa. m.	764·1	27°0	338·370	2° 0'S.	0·412
	0	3·7	26·6	8·043	10	0·483
		764·45	**26·77**	**338·364**		**0·192**
	1¼p. m.	763·0	26·0	337·945	2 10	0·483
	2 „	2·7	25·8	7·649	10	0·483
	3 „	2·8	25·7	7·604	10	0·483
	6 „	3·1	25·2	7·840	10	0·483
	8 „	4·1	25·6	7·874	10	0·483
	10 „	4·3	25·5	7·920	10	0·483
17	9 a. m.	4·7	25·2	7·739	10	0·483
	0 „	4·5	25·1	7·829	10	0.483
	1 p. m.	3·7	25·3	7·778	10	0·483
	3 „	3·0	25·5	7·863	10	0·483
		763·59	**25·49**	**337·804**		**0·483**
	8 p. m.	764·1	26·2	338·347	2 10	0·484
18	9 a. m	4·7	26·5	8·539	3 0	0·927
	0	4·3	26·7	8·268	20	1·144
	3 p m.	3·3	26·8	7·649	30	1·258
	7 „	4·0	26·5	8·094	40	1·383
	11 „	5·0	26·2	8·448	20	1·144
19	9 a. m.	5·0	26·3	8·572	4 0	1·647
	3 p. m	3·2	26·6	7·897	50	2·399
	7 „	3·7	26·3	8·387	50	2·402
	12 „	4·8	26·3	8·403	40	2·240
		764·21	**26·44**	**338·260**		**1·503**
20	9 a. m.	764·7	26·4	338·392	5 10	2·744
	3½p „	3·2	26·8	7·840	0	2·566
	7 „	3·1	26·7	7·660	0	2·565
	11 „	4·5	27·0	8·336	0	2·570
21	9 a. m.	4·6	26·5	8·009	30	3·105
	10 „	4·8	26·3	7·976	30	3·105
	0	2·8	26·3	7·772	30	3·103
	1¾p. „	3·8	26·2	7·881	30	3·104
	3½„	3·1	26·0	7·683	30	3·105
	6½„	3·1	26·0	7·852	30	3 104
		763·77	**26·42**	**337·940**		**2·907**
	8 „	763·7	26·2	337·852	5 30	3·104
	10½„	4·1	26·0	7·837	20	2·919
22	9 a. m.	4·1	26·3	8·077	0	2·568
	0	4·2	26·8	8·190	10	2·743
	3½p „	3·1	26·2	7·457	20	2·916
	7½ „	3·7	26·1	7·874	20	2·919
23	9½ a. „	4·8	26·4	8·369	50	3·495
	1 p. m	4·6	26·4	8·257	6 10	3·903
	6 „	3·8	26·3	7·953	40	4·555
24	9 a. m.	5·2	26·0	8·043	7 10	5·261
		764·13	**26·27**	**337·991**		**3·438**

1857	Zeit	A Original Lesung Millim.	t Celsius	B in pariser Linien	Breite φ	B sin²φ
24	1ʰp. m.	764·8	26°2	337.959	7°10'S.	5·260
	11 „	5·2	26·0	8·696	30	5·771
	9½ a. „	6·6	26·0	8·668	8 10	6·834
25	1 p. m.	6·3	26·0	8·758	30	7·401
	7 „	5·4	26·0	9·158	10	7·701
26	9 a. m.	6·9	26·1	9·394	50	8·003
	0	7·0	26·3	9·338	9 0	8·304
	7 p. m.	6·3	26·1	9·141	40	9·562
27	9 a. m.	7.3	26·0	9·654	11 10	12·739
	3 p. m.	6·3	25·1	8·505	10	13·842
		766·21	**26·01**	**338·927**		**8·542**
	8 „	766·7	25·6	339·304	12 10	15·071
28	9 a. m.	8·0	25·3	9·405	13 40	18·947
	1 p. m.	7·3	25·4	9·692	14 10	20·348
	8 „	7·2	25·2	9·316	40	21·754
	11 „	7·9	25·1	9·665	15 0	22·753
29	9 a. m.	8·3	25·4	9·822	16 0	25·818
	0	8·2	25·4	9·631	20	26·860
	3 p. m.	7·3	25·3	9·552	30	27·390
30	9 a. m.	9·2	25·2	340 464	17 20	30·220
	0	8·4	25·0	339·461	40	31·264
		767·85	**25·29**	**339·631**		**24·043**
	3 p. m.	767·7	25·1	339·777	17 50	31·866
	11 „	9·6	25·1	340·329	50	31·918
31	9 a. m.	9·4	25·0	0·464	18 0	32·511
	0	8·8	25·0	0·160	10	33·066
	3 p. m.	7·7	25·0	339·484	20	33·588
	7½„	7·7	25·0	9·744	30	34·207
	11 „	8·2	24·9	9·845	50	35·416
August 1	0	8·0	24·1	9·620	19 20	37·224
	7 „	7·0	23·9	9·293	40	38·430
	11 „	7·2	23·9	9·474	50	39·077
		768·13	**24·70**	**339·819**		**34·730**
2	9 a. m.	767·0	24·7	339·046	20 40	42·232
	0	5·9	24·4	8·257	21 0	43·442
	3 p. m.	4·1	24·3	7·750	20	44·699
	7 „	4·3	24·5	8·099	50	46·766
3	9 a. m.	3·8	25·0	7·750	23 10	52·272
	0	3·4	25·0	7·502	30	53·662
	11 p. m.	3·3	24·0	7·745	40	54 421
4	9 a. m.	5·2	24·5	8·640	10	52·411
	0	5·1	24·6	8·426	10	52·381
	7 p. m.	5·2	24·0	8·330	10	52·363
		764·73	**24·50**	**338·155**		**49.465**

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Südatlantischer und indischer Ocean.

1857	Zeit	*A* Original Lesung Millim.	*t* Celsius	*B* in Pariser Linien	Breite φ	*B* sin ²φ
Sept. 21	0¾ p. m.	760·2	17°1	336·445	35° 0′ S.	110·687
22	1ʰ „	0·1	17·1	6·370	0	110·662
	1¾ „	0·1	17·1	6·147	0	110·588
	2⅙ „	0·0	17·1	6·046	0	110·555
	3 „	0·0	17·1	5·915	0	110·512
	6 „	759·9	17·3	5·870	34 50	109·580
	8½ „	760·3	17·8	5·824	50	109·565
	10 „	0·3	17·9	5·724	50	109·533
	11 „	0.2	17·9	5·729	40	108·620
23	9 a. m.	0·4	16·8	6·410	30	107·928
		760·15	**17·32**	**336·048**		**109·823**
	1 p. m.	760·8	17·2	336·467	34 30	107·948
	6 „	1·3	17·3	6·782	30	108·044
	8 „	2·8	17·2	7·232	30	108·180
	10 „	2·9	17·5	7·638	20	107·400
24	9 a. m.	4·7	17·1	8·043	10	106·618
	0	5·2	17·4	8·595	10	106·793
	6 p. m.	6·3	17·9	8·989	10	106·918
	8 „	7·0	17·9	9·191	0	106·063
	10 „	7·7	18·0	9·461	0	106·148
25	9 a. m.	7·4	17·1	9·225	33 40	104·249
		764·61	**17·46**	**338·162**		**106·836**
	1 p. m.	767·1	17·2	339·040	33 30	103·283
	10½ „	7·9	17 8	9·577	40	104·357
26	9 a. m.	8·5	17·7	340·081	40	104·510
	0	8·9	17·9	0·126	50	105·439
	7 p. m.	8·2	18·3	339·693	34 0	106·222
	10 „	8·7	18·5	9·721	0	106·232
27	9 a. m.	9·5	17·8	9·934	0	106·295
	0	7·8	17·8	9·416	10	107·051
	3 p. m.	6·1	17·8	8·708	20	107·742
	6½ „	6·2	17·8	8·364	20	107·632
		767·89	**17·86**	**339·466**		**105·876**
	11 „	766·7	18·0	338·780	34 30	108·687
28	9 a. m.	6·2	18·0	8·775	40	109·605
	10¼ „	8 1	18·1	8·789	50	110·278
	11 „	6·5	18·2	8·763	35 0	111·447
	0	5·9	18·3	8·730	0	111·439
	2 p. m.	5 9	18·2	8·448	10	112·272
	6 „	6·1	18·7	8·842	10	112·400
	8¾ „	4·6	18·7	7·387	20	112·847
29	10½ a. „	3·9	18·9	7·536	50	115·681
	0	3·2	19·0	7·232	50	115·576
		765·71	**18·41**	**338·328**		**112·023**
	7 p. m.	763·8	19·2	337·581	35 50	115·695
	10 „	4·1	19·3	7·829	50	115·782
30	0	4·3	19·1	7·953	50	115·824
	6 p. m.	4·2	19·2	7·671	40	114·800

1857	Zeit	*A* Original Lesung Millim.	*t* Celsius	*B* in Pariser Linien	Breite φ	*B* sin ²φ
Sept. 30	10½ p. m.	765·7	19°4	338·651	35°20′ S.	113·271
October 1	10 a. m.	5·7	18·7	8·764	34 30	108·683
	6¾ p. „	5·4	18·8	8·557	20	107·695
26	2 p. m.	6·1	18·7	8·876	20	107·795
	7 „	7·5	18·4	9·422	30	108·893
27	0	770·8	18·2	340·768	35 10	113·042
		765·76	**18·90**	**338·607**		**112·148**
	3½ „	769·5	18·5	340·273	35 20	113·810
28	9 a. m.	8·8	18·3	339·957	36 20	119·342
	0	8·2	18·6	9·934	20	119·331
	10 p. m.	9·5	19·1	340·205	30	120·369
29	9 a. m.	9·1	18·0	339·867	20	119·308
	0	9·0	18·5	340·126	20	119·400
30	9 a. m.	770·2	19·2	0·497	50	122·371
	0	9·3	19·7	0·486	50	122·366
Novbr. 1	9 a. m.	767·0	19·7	338·628	37 30	125·500
	0	5·8	19·8	8·403	37 30	125·409
		768·74	**18·94**	**339·837**		**120·721**
	8 p. m.	767·5	20·0	339·091	37 30	125·666
2	0	772·1	18·8	340·993	40	127·327
	10½ „	3·2	19·0	1·736	40	127·606
3	9 a. m.	1·6	18·4	1·049	40	127·347
	1 p. m.	1·2	18·6	1·030	40	127·341
	11 „	0·7	18·8	0·531	40	127·156
4	6 „	767·3	20·0	339·191	38 40	132·406
5	10½ a. „	3·4	19·0	7·390	40 20	141·339
	1 p. m.	2·9	19·1	7·165	30	142·207
6	10½ a „	5·3	18·2	8·043	30	142·581
		768·52	**18·99**	**339·622**		**132·098**
	3 p. m.	765·0	18·4	338·145	40 30	142·623
	8 „	4·8	18·7	7·852	30	142·500
7	11 a. m.	3·9	17·8	7·559	20	141·407
[1] 10	9 „	2·4	15·0	7·142	41 0	145·107
	0	2·4	15·3	7·131	0	145·103
11	9 „	7·9	15·3	340·002	40 50	145·365
	0	8·7	15·7	339·923	50	145·330
	10 p. m.	9·8	15·9	340·475	50	145·570
26	0	1·7	16·7	336·771	38 40	131·455
	10 „	759·0	16·0	334·642	40	130·629
		764·56	**16·48**	**337·964**		**141·509**
27	0	765·5	16·7	338·797	38 40	132·252
	11 p. m.	9·9	16·2	9·731	30	131·655
28	0	9·3	15·8	9·946	40	132·700
29	1 p. m.	2·2	16·2	7·283	39 10	134·542
	10 „	2·2	16·1	7·019	30	136·358
30	10 „	8·2	16·0	9·676	38 40	132·597
Dec. 1	8 „	3·8	16·4	7·390	40	131·697
2	8 „	770·6	16·3	340·791	10	130·133

[1]) Am 10. November 1857 ist das Aneroid auf den Boden gefallen; dürfte der Indexfehler sich etwas geändert haben, wiewohl das Instrument scheinbar keinen Schaden erlitten hat.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org/en/terms

Indischer Ocean.

1857	Zeit	A Original Lesung Millim.	t Celsius	B in Pariser Linien	Breite φ	B sin²φ
Dec. 3	10ʰ p. m.	772·5	15°·9	341.027	38°20' S.	131·194
4	10 „	761·2	16·3	336·133	40	131·329
		766.54	**16·19**	**338·809**		**132·446**
5	10 p. m.	763·1	16·8	337·570	38 50	132·733
6	10 „	771·5	16·7	341·298	30	132·264
7	10 „	1·8	16·9	2·783	0	129·927
8	10 „	5·5	18·3	2·669	37 20	126·029
9	0	1·8	19·0	1·185	36 40	121·667
	10 „	2·2	19·8	1·343	0	117·930
10	0	1·8	19·7	1·252	35 20	114·139
	10 „	0·6	19·9	0·746	34 50	111·172
11	0	768·7	19·8	0·013	0	106·322
	10 p. m.	8·6	20·6	339·788	33 30	103·512
		770·86	**18·75**	**340·865**		**119·569**
12	0	767·9	20·5	339·766	31 50	94·524
	10 p. m.	9·4	20·7	340·104	30 50	89·345
13	0	9·9	21·3	0·599	29 30	82·588
	10 p. m.	770·8	21·0	0·835	29 0	80·110
14	10 „	0·4	21·2	0·791	27 10	73·473
15	0	769·2	21·9	0·205	26 20	66·942
	10½ „	9·0	21·6	0·161	25 40	63·814
16	0	8·3	22·1	339·574	25 0	60·651
	10 „	8·1	22·6	9·563	24 10	56·911
17	0	7·9	23·3	9·721	23 0	51·867
		769·09	**21·62**	**340·132**		**72·023**
	10 p. m.	767·9	23·7	339·450	22 10	48·323
18	0	6·7	24·3	8·978	21 0	43·534
	10 „	6·2	24·6	8·831	20 0	39.635
19	0	4·9	25·2	8·426	18 40	34·667
	10 „	5·1	24·8	8·381	17 40	31·164
20	0	3·7	25·7	7·739	16 30	27·243
	11 „	4·0	25·8	7·829	15 20	23·623
21	10 „	4·1	26·8	7·660	12 30	15·818
22	0 „	2·7	27·3	7·332	10 40	11·557
	10 „	2·9	27·2	7·468	9 20	8·876
		764·82	**25·54**	**338·209**		**28·444**
23	0	762·0	28·0	337·322	8 10	6·807
	10 p. m.	1·8	28·0	7·244	7 10	5·249
24	10 „	2·2	27·9	6·894	5 30	3·095
25	0	2·1	27·3	6·928	4 40	2·230

1857	Zeit	A Original Lesung Millim.	t Celsius	B in Pariser Linien	Breite φ	B sin φ
Dec. 25	10ʰ p. m.	762·3	27°·2	337·075	4°20' S.	1·924
26	10 „	2·2	27·3	7·402	2 40	0·730
27	0	1·8	27·7	7·187	2 10	0·482
28	0	2·3	27·8	7·152	2 0	0·411
	10 „	3·2	27·6	7·221	1 40	0·285
29	0	2·7	28·9	7·244	1 10	0·140
		762·26	**27·77**	**337·167**		**2·135**
	10 „	763·8	28·3	337·807	1 0	0·103
30	0	2·4	29·0	7·421	0 50	0·071
	10 „	3·6	28·2	7·908	0 50	0·071
31	0	3·3	29·0	7·739	0 20	0·011
	10 „	3·3	28·7	7·671	0 10 S.	0·003
Jänner 1	0	3·1	28·9	7·457	0 40 N.	0·046
	10 „	3·8	28·2	7·920	1 0	0·103
2	10 „	3·1	27·0	7·807	2 30	0·643
3	0	2·1	28·2	7·041	3 40	1·378
	10 „	3·2	27·8	7·582	3 50	1·509
		763·17	**28·33**	**337·636**		**0·394**
4	0	762·6	27·7	337·502	5 0	2·564
	10 p. m.	2·3	27·5	7·255	10	2·735
5	10 „	1·8	27·0	7·052	30	3·096
6	0	1·7	26·6	7·041	40	3·286
	10 „	2·7	27·2	7·502	40	3·291
7	10 „	2·6	27·2	7·559	50	3·487
19	10 „	1·2	27·6	6·928	4 0	1·640
20	10 „	2·1	27·7	7·176	0	1.611
21	10 „	1·9	28·0	7·052	0	1·640
22	10 „	1·3	27·7	6·861	20	1·923
		762·02	**27·42**	**337·193**		**2·530**
23	8 a. m.	762·9	27·7	337·368	4 40	2·233
24	10 p. m.	3·8	27·3	7·942	6 0	3·692
25	10 „	5·1	27·2	8·370	7 20	5·513
27	10 „	5·0	26·0	8·640	10 30	11·246
28	10 „	5·8	26·4	8·764	11 20	13·083
29	10 „	6·2	26·0	8·696	12 50	13·273
Febr. 15	10 „	4·1	26·0	8·167	13 10	17·546
17	10 „	4·1	26·2	8·190	10 50	11·947
18	10 „	3·9	27·0	8·032	9 40	9·531
19	10 „	3·3	27·7	7·750	9 0	8·265
21	10 „	3·3	27·5	7.671	9 10	8·569
		764·32	**26·82**	**338·145**		**9·536**

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Mittel aus je 10 Beobachtungen nach den $B \sin^2 \varphi$ geordnet.

Atlantischer Ocean.

A Original Lesung in Millimeter	A (in Pariser Linien)	B auf 0° (in Pariser Linien)	A − B	t Celsius	B sin²φ	Anmerkung.
764·20	338·766	337·693	1·073	20·21	118·733	1 Millimeter = 0·443295 Pariser Linien
764·59	338·939	338·176	0·763	20·60	112·597	log. 0·443295 = 9·6469979
769·50	341·116	340·408	0·708	22·16	105·021	
768·85	340·827	339·874	0·953	21·62	98·925	
767·18	340·087	339·331	0·756	21·80	94·412	
769·22	340·991	340·084	0·907	22·68	91·888	
767·42	340·194	339·320	0·874	22·88	87·593	
767·37	340·171	339·414	0·757	23·20	78·367	
770·22	341·435	340·624	0·811	23·95	64·766	
764·73	339·001	338·155	0·846	24·50	49·465	
766·82	339·928	339·102	0·826	24·86	42·828	
768·13	340·508	339·819	0·689	24.70	34·730	
767·3525	**340·1636**	**339·3333**	**0·8303**	**22.763**	**81·5438**	
764·87	339·063	338·443	0·620	25·49	24·120	
767·85	340·381	339·631	0·753	25·29	24·043	
763·25	338·345	337·638	0·707	26·20	12·207	
766·21	339·657	338·927	0·730	26·01	8·542	
762·45	337·990	337·349	0·641	26·75	6·908	
762·76	338·128	337·592	0·536	27·19	5·126	
764·13	338·735	337·991	0·744	26·27	3·438	
763·77	338·575	337·940	0·635	26·42	2·907	m' = 0·8303 B' sin²φ' = 81·5438
763·86	338·615	337·986	0·629	27·23	2·133	m = 0·6399 B sin²φ = 7·1117
764·21	338·771	338·260	0·511	26·44	1·503	0·1904 74·4321
762·90	338·190	337·582	0·608	27·11	0·850	
763·59	338·496	337·804	0·692	25·49	0·483	2 (m' − m) = 0·3808
764·45	338·877	338·364	0·513	26·77	0·192	B' sin²φ' − B sin²φ = 74·4321
764·1769	**338·7558**	**338·1159**	**0·6399**	**26·343**	**7·1117**	F = 0·0051161

Indischer Ocean.

764·56	338·926	337·964	0·962	16·48	141·509 [1]	
766·54	339·803	338·809	0·994	16·19	132·446	
768·52	340·681	339·622	1·059	18·99	132·098	
768·74	340·779	339·837	0·942	18·94	120·721	

[1]) Bei diesem Mittel ist die Unterbrechung der Beobachtungen in Folge des Unfalles mit dem Aneroide vorgekommen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Indischer Ocean.

A Original Lesung in Millimeter	*A* in Pariser Linien	*B* auf 0° in Pariser Linien	*A—B*	t Celsius	$B \sin^2 \varphi$	Anmerkung.
770·86	341·718	340·865	0·853	18·75	119·569	
765·76	339·458	338·607	0·851	18·90	112·148	
765·71	339·435	338·328	1·107	18·41	112·023	
760·15	339·971	336·048	0·923	17·32	109·823	
766·3550	**339·7214**	**338·7600**	**0·9614**	**17·998**	**122·5421**	$m' = 0·9614$; $B' \sin^2 \varphi' = 122·5421$
764·61	338·948	338·162	0·786	17·46	106·836	$m = 0·7562$ $B \sin^2 \varphi = 40·9718$
767·89	340·402	339·466	0·936	17·86	106·876	$0·2052$ $81·5703$
769·09	340·934	340·132	0·802	21·62	72·023	$2(m' - m) = 0·4104$
764·82	339·041	338·209	0·832	25·54	28·444	$B' \sin^2 \varphi' - B \sin^2 \varphi = 81·5703$
764·32	338·819	338·145	0·674	26·82.	9·536	
762·02	337·800	337·193	0·607	27·42	2·530	$F = 0·0050312$
762·26	337·906	337·167	0·739	27·77	2·135	
763·17	338·310	337·636	0·674	28·33	0·394	
764.7725	**339·0200**	**338·2638**	**0·7562**	**24·103**	**40·9718**	

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: 31_1

Autor(en)/Author(s): Wüllerstorf-Urbair Bernhard Freiherr von

Artikel/Article: Zur wissenschaftlichen Verwerthung des Aneroides. 141-156