

IV.

Von dem
Höhenmessen mit dem Barometer,

vom

Dr. BENZENBERG.

(Ein Schreiben an den Prof. Gilbert.)

Frankfurt, den 17. Jul. 1810.

Sie erhalten hierbei einige Aufsätze, Barometermessungen betreffend, von denen ich wünsche, daß Sie ihnen eine Stelle in den Annalen der Physik einräumen mögen. Seit einiger Zeit hat mich die Lehre vom Höhenmessen mit dem Barometer mehr als sonst beschäftigt. Ich habe nämlich Tafeln drucken lassen, durch welche die Rechnung bei diesen Messungen möglichst erleichtert ist, so daß sie nur aus einer Subtraction und einer Multiplication besteht; und die Tafeln selbst betragen noch nicht zwei Bogen. Der Titel meiner Schrift ist: *Beschreibung eines einfachen Reisebarometers. Nebst einer Anleitung zur leichtern Berechnung der Berghöhen. Für Freunde der Barometermessungen.* Düsseldorf, bei Schreiner. 8. 158 Seiten.

In dem *ersten* Abschnitte habe ich die vortrefflichen Heber- und Gefäß-Barometer beschrieben und abgebildet, welche Herr Mechanicus Loos in Büdingen verfertigt, auch alle Vorichts-

regeln angegeben, welche bei Barometermessungen müssen beobachtet werden.

In dem *zweiten* Abschnitte zeige ich, wie man mit Hilfe des Mariotte'schen Gesetzes die Atmosphäre in 2800 Schichten theilen kann, davon jede einer Queckfilberfäule von $\frac{1}{100}$ Zoll das Gleichgewicht hält; wie man ferner die Höhe jeder dieser Schichten durch eine einfache Division findet, so bald man weiß, daß das Queckfilber 10494 Mal schwerer als die Luft, und daher die unterste Schicht 8,746 Fufs hoch ist; — und wie man endlich diese Schichten summiert und in eine Tafel bringt, so wie es Mariotte gethan hat. Eine solche Tafel ist in ihrer Art das, was die Bauern einen *Faullenz* nennen, indem man, wenn man auf einen Berg steigt, gleich nachsehen kann, wie viel Schichten oben weniger auf das Barometer drücken, als unten, und wie groß die Summe ihrer Höhe ist, welche zugleich die Höhe des Berges angiebt. Ich habe diesen Faullenz von 29 Zoll bis 25 Zoll berechnet; weiter braucht man ihn auf den höchsten Bergen in Deutschland nicht. Er geht, wie unsere Barometer-Eintheilung von $\frac{1}{100}$ zu $\frac{1}{100}$ Zoll, und die Rechnung stellt sich mit ihm eben so genau und noch etwas bequemer an, als mit Logarithmen.

Die Berechnung eines solchen Faullenzers ist sehr leicht. Man hat nur etwa 60 Divisions-Exempel für alle $\frac{1}{10}$ Zoll zu machen. Das Uebrige findet man alles durch Addiren, wie in einer arith-

metischen Reihe zweiter Ordnung, mit wachsenden Differenzen. Ich habe zu diesem Berechnen nur zwei Tage gebraucht, und die Rechnung doppelt controllirt.

Mariotte hat diese Schichten-Methode in einen so übeln Ruf gebracht, daß die Naturforscher sich schämten, sie anzuwenden. Daß seine Tafel so fehlerhaft war, rührte theils von seiner fehlerhaften Grundbestimmung des Gewichts der Luft, in Beziehung auf das des Quecksilbers, theils davon her, daß er bei der Berechnung seiner Tafel wirklich ein wenig zu bequem gewesen war. Kästner meinte, es sey daher gekommen, weil Mariotte keine Integral-Rechnung verstanden habe; seit dem Streite mit Hollmann deducirte er alle mögliche Uebel aus dem Mangel an Integral-Rechnung. Indefs Kästner verstand sie, und doch überfah er, daß die Rechnung bei den Barometermessungen bloß auf den vier Species und etwas Regel de Tri beruht. Um die verachtete Schichten-Methode wieder ein wenig zu Ehren zu bringen, habe ich gezeigt, daß der Fehler, den man begeht, indem man annimmt, daß die Luft in jeder der 2800 Schichten oben so dicht sey wie unten, auf den höchsten Bergen in Deutschland noch keinen Fufs betrage.

Ich hätte mit diesem Abschnitte füglich schließen können. Aber um zu zeigen, daß wir uns der Schichten-Methode nicht aus Noth angenommen haben, so habe ich im *dritten* Abschnitte die

Rechnung mit Logarithmen gezeigt. In diesem ist zuerst der Satz bewiesen: *dass der Druck der Luft von unten nach oben in einer geometrischen Reihe abnimmt, wenn man in ihr nach einer arithmetischen Reihe steigt.* Dieser Satz, der sich leicht durch die gewöhnliche Verwandlung der geometrischen Gleichungen beweisen lässt, führt unmittelbar auf Logarithmen. Ich habe, der bequemern Rechnung wegen, die natürlichen Logarithmen von 1300 bis 2900 ohne Kennziffer bis auf 6 Decimalen abdrucken lassen. Diese nehmen gerade einen Bogen ein. Es folgen dann zwei *Tafeln* zu Berichtigungen wegen der Wärme, die eine für die Quecksilberfäule, die zweite für die Luftfäule. Ferner zwei *Tafeln* für die Abnahme der Schwere, die eine in senkrechter Richtung, die andere nach der Breite der Oerter. Endlich noch eine *Tafel* über die Haarröhrchenkraft in engen Barometerröhren. Auf die *Tafeln* folgt eine Geschichte des Höhenmessens mit dem Barometer. Den Beschluss macht eine Anweisung, in Bergwerken mit dem Barometer zu messen, (wobei ich die Beobachtungen des Hrn. von Villfosse angeführt habe,) und eine Erklärung der Methode, senkrechte Standlinien mit dem Barometer zu messen, und diese zum Trianguliren in gebirgigen Gegenden zu gebrauchen.

Mein Zweck bei der Herausgabe dieser *Tafeln* war, eine allgemein fassliche Darstellung vom Höhenmessen mit dem Barometer zu geben, und

zu zeigen, daß nichts einfacher und leichter ist, als dieses Messen, daß es auf bloße Regula de Tri dabei ankommt, und daß es lange nicht so viel arithmetische Kenntnisse voraussetzt, als die Disconto-Rechnung bei einem Wechsel. Ich wollte zeigen, daß man die ganze Lehre ohne eine einzige Formel vortragen könnte, und auch ohne weitläufig zu werden, und daß jeder Reisende, gleich viel, ob Kaufmann oder Landprediger, Fabrikant oder Schullehrer, alle Höhenmessungen mit dem Barometer anstellen, und alle Tafeln berechnen könne, die man dabei gebraucht, so bald er nur die vier Species versteht.

Um das Höhenmessen allgemeiner zu verbreiten, muß man es populär machen. Nichts ist leichter als dieses, nichts ist aber auch dieser Methode nachtheiliger gewesen, als das Gegentheil, als das Einkleiden in mathematische Formeln, welche die wenigsten verstehen, die in den Fall kommen, Anwendung vom Höhenmessen zu machen. Wenn man die Sache immer so einfach vorgetragen hätte, als sie wirklich ist, so hätte man vielleicht früher *das Höhenmessen gelernt*. Ein Uhrmacher aus Genf, der keine Integral-Rechnung verstand, hatte den glücklichen Einfall, auf den kein Analyt noch gekommen war, den Anfang mit dem Anfange zu machen, und eher für übereinstimmende Barometer zu sorgen, als für übereinstimmende Regeln. Ueberhaupt kann das Formelnwesen in der praktischen Geometrie nachthei-

lig werden. Es hängt in ihr mehr von der *Geometria naturalis*, als von Formeln ab, und es läßt sich da nicht mechanisch fortrechnen, wie dieses bei Buchstaben- und Zahlen-Rechnungen der Fall seyn kann. Es findet in ihr eine beständig wechselnde Thätigkeit des Geistes Statt. Bei der unendlichen Verschiedenheit der Fälle kann keine mechanische Gewandtheit des Denkens zu Hülfe kommen; und da man in Formeln nicht denken kann, so muß man alles in Begriffen mit sich herum tragen, die in klaren Worten ausgedrückt sind. Es scheint mir nur aus diesem todten Formelnwesen begreiflich zu seyn, wie eine Lehre, die mit zu den leichtesten in der ganzen Physik gehört, 150 Jahre hindurch in ihrer Kindheit bleiben konnte, da sie sich in eben so viel Tagen vollenden ließe, wenn man sich nur hätte Rechenschaft ablegen wollen, *wovon eigentlich die Rede sey*. Ich habe als Motto zu meinen Tafeln folgende Stelle von Lessing über Milius gewählt, welche, ob schon so ganz Lessingisch, doch wenig bekannt geworden ist, da sie an einem Orte steht, wo man sie nicht sucht:

„Aus dem letzten Aufsatze kann man unter andern sehen, daß Herr Milius damahls die Buchstaben-Rechnung müsse gelernt haben. Er wirft mit a und x um sich, wie einer, der noch nicht lange damit bekannt ist.“

„Das aber hat er mit großen Analytisten da selbst gemein, daß es ihm vollkommen gelungen

„ist, eine Wahrheit, die, in schlechten Worten
 „ausgedrückt, vollkommen faßlich wäre, durch
 „die allgemeinen Zeichen für die Hälfte seiner
 „Leser zum Räthsel zu machen. — Zwar — als
 „wenn man, um die Leser klug zu machen, schrie-
 „be; — genug, daß man zeigt, daß man selber
 „klug ist.“

Man braucht gerade nicht hinzuzufügen: So
 weit Lessing *).

Daß die Schichten-Methode eben so genau
 ist, wie die Formeln von La Place, Kramp
 und andern, mag folgendes Beispiel zeigen: Die
 Höhe des Montblanc ist nach der trigonometri-
 schen Messung, so wie sie Hr. von Lindenau
 angiebt, 15578 par. Fufs. Sie findet sich, nach
 den Formeln berechnet:

des Hrn. de Luc	13383 p. F.,	also fehlen	195 p. F.
des Hrn. Trembley	13423 -	—	— 155 -
des Hrn. La Place	13231 -	—	— 347 -
des Hrn. Kramp	14016 -	—	— 438 -
Nach der Schichten-Methode	13030 -	—	— 52 - **)

*) Eine Richtschnur, wie zu verfahren, und Vorschriften,
 wie von den Beobachtungen zu den Resultaten zu gelan-
 gen ist, können in vielen Fällen nicht anders als durch
 Analyse, mittelst Buchstaben-Bezeichnung und Formeln,
 aufgefunden werden, und in allen diesen Fällen sind
 richtige und geschmeidige Formeln von grossem Werthe.
 Daß manchemahl in und durch Formeln etwas schwieri-
 ger dargestellt worden ist, als es nöthig war, ist indefs
 nicht zu läugnen, und von solchen Mißbräuchen ist, wie
 sich von selbst versteht, hier nur die Rede. *Gilbert.*

**) Es ist bei der Höhe des Montblanc Seite 115. meiner
 Abhandlung ein kleiner Rechnungsfehler eingeschlichen,

Da die beiden trigonometrischen Messungen des Montblanc durch die Herren Pictet und Schuckburgh 114 par. Fufs von einander abweichen, so kann man mit dem 52 Fufs Fehler der Barometermessung, der ungefähr $\frac{1}{250}$ der ganzen Höhe beträgt, zufrieden seyn. Ich glaube überhaupt nicht, dafs man mit dem Barometer eine solche Höhe genauer als bis auf 50 Fufs bestimmen kann. Denn wenn man sich in der mittlern Wärme der Luftsäule nur um $\frac{1}{2}$ Grad irrt, so macht dieses schon eine Höhen-Aenderung von 30 Fufs. Und bis auf einen halben Grad die mittlere Wärme zu finden, mag sehr schwer seyn, auch wenn man alle Vorichtsregeln, um örtliche Erwärmung zu vermeiden, beobachtet.

Sie werden in den Anmerkungen zu den Harzer-Höhenmessungen des Herrn von Villoffe finden, dafs ich dafür halte, dafs alle diese Höhen noch ein Mahl berechnet werden müssen. Da die Barometerstände auf den Gefrierpunkt reducirt und in Linien ausgedrückt sind, so mufs man sie vorher wieder auf die Temperatur der Beobachtung und auf Decimale des Zolls bringen. Dieses macht etwas Arbeit. Ist es aber geschehen, so erfordert die Berechnung der 150 Punkte, welche in ihr angegeben sind, nicht mehr als höchstens zwei Tage Zeit, wenn man sich der Tafeln-für die Schichten-Methode bedient, wel-

indem sie da nach der Schichten-Methode zu 13606 Fufs, also 24 Fufs zu klein, angegeben wird. B.

che für so kleine Höhen, wie die auf dem Harze, völlig hinreichen, da sie bis 25 Zoll gehen. — Ich wünsche, daß sich jemand der kleinen Mühe unterziehen mögte. Ich würde es gern selber thun, hätte ich das Heft der *Annales* bei der Hand, welches dieses barometrische Nivellement enthält.

Bei Gelegenheit, daß der *Moniteur* die kleine Streitigkeit zwischen den Herren Ramond und Prony über die Höhe des Mont-Cenis erzählt, wird zugleich bemerkt, daß letzterer eine sehr zusammenlaufende Reihe angegeben habe, um aus den Barometer-Beobachtungen die Höhen ohne Logarithmen zu berechnen. Es wird aber gleich hinzugefügt: *On ne soupçonnera pas l'auteur des tables logarithmiques les plus étendues et les plus exactes de vouloir détourner l'ingénieur de l'emploi de cette table. Il fait mieux que personne toute la supériorité du Calcul logarithmique sur tous les autres moyens, soit pour la précision, soit pour la brièveté et la commodité.* Dieses ist irrig; denn die Schichten-Methode wird von der logarithmischen weder in der Genauigkeit, noch in der Kürze, noch in der Bequemlichkeit übertroffen. Man muß sich nur bestimmt über dasjenige erklären, was man Genauigkeit nennt; denn dieser Begriff ist schwankend, da im Praktischen alle Genauigkeit nur Näherung ist, und keine geometrische. Ich halte für das Maximum der Genauigkeit einer einzelnen Barometer-Bestimmung $\frac{1}{250}$ des Ganzen. Ich habe noch nie

eine gesehen, von der man bestimmt sagen konnte, daß ihr Fehler kleiner sey als $\frac{1}{270}$. Gesetzt, man vermindere ihn durch eine große Anzahl von Beobachtungen bis auf den zehnten Theil, also bis auf $\frac{1}{2700}$, so ist er noch immer doppelt so groß als der Fehler, der aus der Schichten-Methode entsteht, und bei 2800 Schichten nur auf $\frac{1}{7700}$ steigt, und wollte man der bequemern Rechnung wegen statt 2800 Schichten 14000 nehmen, so würde der Fehler nur $\frac{1}{12700}$ seyn. Man sieht also, daß diese Schichten-Methode, praktisch genommen, so genau ist, wie die mit Logarithmen. Theoretisch genommen freilich nicht; aber theoretisch genommen ist auch das Resultat von Logarithmen mit 10 Decimalen tausend Mal genauer, als das mit 7 Decimalen, und doch wird niemand Barometerhöhen mit 10 Decimalstellen berechnen. Auch kann man, genau genommen, unsere Berechnung der Höhen mit Logarithmentafeln keinen *Calcul logarithmique* nennen. Denn diese Tafeln werden beim Höhenmessen nur gebraucht, um aus ihnen die Elemente zu Regula de Tri-Sätzen zu entlehnen, da in ihnen eine arithmetische und geometrische Reihe neben einander auf dieselbe Weise fortläuft, wie die arithmetische Reihe des Steigens eines Beobachters und die geometrische des Fallens des Quecksilbers neben einander fortlaufen. Ob dieses nun eine Reihe ist, deren Grundzahl 10 oder 9 oder 11 ist, gilt gleich, und giebt dieselbe Genauigkeit und die-

selbte Bequemlichkeit. Aber für den *Calcul logarithmique*, der das Multipliciren in Addiren, und das Dividiren in Subtrahiren verwandelt, gilt es nicht gleich, ob man eine andere Grundzahl als 10 hat.

Sie bemerken in einem der schätzbaren Aufsätze, die Sie uns früher in den *Annalen* über das Barometermessen gegeben haben, das für einen gewandten Mathematiker noch neue Lorbeeren in dieser Lehre zu erwerben wären, wenn er den Einfluß bestimmte, den das Hygrometer auf die Barometermessungen hat. Ich theile Ihre Meinung, nur glaube ich nicht, das dazu eben ein großer Mathematiker erfordert werde, wenn der, welcher es unternimmt, nur, wie Hr. de Luc, ein guter Experimentator ist. Nach meiner Ansicht läuft die Sache ungefähr auf Folgendes hinaus, und es würde mich freuen, Ihr Urtheil über diese Ansicht zu hören.

Nennen wir das Barometer, wie die Bergleute, eine Quecksilber-Waage, und gehen wir die Geschichte dieser Abwiegungen durch, so finden wir Folgendes:

Erste Periode. Pascal findet, das das Quecksilber auf den Bergen tiefer steht, als in den Thälern. Hierzu gehörte bloß die allgemeine Kenntniß vom Drucke der Luft, welche schon Torricelli hatte.

Zweite Periode. Bayle und Mariotte fanden, das sich die Dichtigkeit der Luft verhält

hält wie der Druck, unter dem sie steht. Jetzt konnte man die Höhe jeder kleinen Luftschicht berechnen, so bald der Druck bekannt war. Mariotte berechnete seine Tafel und legte mit ihr den Grund zu allem Höhenmessen.

Dritte Periode. Halley bestimmte durch Abwiegen an der zweiarmligen Waage die specifischen Gewichte von den beiden Körpern, auf die es hierbei ankommt, nämlich von Quecksilber und von Luft, und legte hierdurch den Grund zu genauen Höhenmessungen bei einer gegebenen Wärme.

Vierte Periode. De Luc bestimmt genauer, wie viel das Gewicht des Quecksilbers und das der Luft sich ändert bei jeder Veränderung der Temperatur. Er findet für letztere eine Gewichts-Veränderung von $\frac{1}{217}$ für jeden Grad Reaumur. Hierdurch bekommen die Beobachtungen auf ein Mahl eine große Genauigkeit, weil man nun eine Größe beim Abwiegen mit in Rechnung brachte, die man bis dahin vernachlässigt hatte, und die in vielen Fällen bis auf $\frac{1}{20}$ des Ganzen gehen konnte.

Fünfte Periode. Mehrere Mathematiker bestimmen den Einfluss, welchen die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung und nach dem Aequator zu auf die Höhe der Luftschichten hat, welche $\frac{1}{100}$ Zoll hohen Quecksilbersäulen das Gleichgewicht halten, und bringen dieses in Tafeln. Die Größe dieser Correction ist indess sehr

klein, und befördert nicht merklich die Genauigkeit des Höhenmessens.

Sechste Periode. Ramond bestimmt durch genaue Abwiegungen in den Pyrenäen mit Hülfe des Barometers aufs neue das Verhältniß zwischen den specifischen Gewichten von Luft und Quecksilber und zwischen ihren Ausdehnungen. Zu gleicher Zeit bestimmen Biot und Arago diese Gewichte durch genaue Abwiegungen an der zweiarmigen Waage; und Gay-Lussac bestimmt die Ausdehnung derselben, oder ihr Leichter- und Schwererwerden bei jedem Grade der Wärme. Die Abwiegungen von Ramond, so wie die der Herren Biot, Arago und Gay-Lussac stimmen, obschon sie an Waagen von ganz verschiedener Art gemacht sind, mit einander genau überein.

Siebente Periode. Man fängt an, den Einfluss zu untersuchen, den die Feuchtigkeit auf das Gewicht der Luft und auf die Abwiegungen mit dem Barometer hat. In dieser Periode sind wir jetzt, und wir müssen die Resultate abwarten, welche die Bemühungen der Physiker über diesen Gegenstand uns versprechen.

Was mich betrifft, so glaube ich, daß diese Bestimmungen eben so, wie die über die Abnahme der Schwere, keinen merklichen Einfluss auf die Genauigkeit der Höhenmessungen mit dem Barometer haben werden. Zwar sind die Gewichte von Wasserdampf und Luft sehr verschieden;

wenn ich nicht irre, so verhalten sie sich wie 10 zu 14. Allein wie wenig Wasserdämpfe enthält die Luft, selbst im Zustande der grössten Feuchtigkeit! Gay-Lussac fand ja, dafs der Unterschied im Gewichte von vollkommen trockner und vollkommen feuchter Luft nur $\frac{1}{321}$ des Ganzen sey. Wenn man nun das Mittel nimmt, so kann man sich nur um $\frac{1}{1042}$ irren, wenn man die Correction wegen der Feuchtigkeit vernachlässigt. Dieses ist unbedeutend, da man bei einzelnen Beobachtungen mit dem Barometer keine grössere Genauigkeit als $\frac{1}{270}$ erreichen kann. Und treibt man auch durch viele Beobachtungen diese Genauigkeit bis auf $\frac{1}{2700}$, so ist es auch wahrscheinlich, dafs die Fehler, die aus der Vernachlässigung der Correction wegen der Feuchtigkeit entstehen, sich in so vielen Beobachtungen gegen einander aufheben; denn man wird doch nicht alle gerade bei der grössten Trockenheit oder bei der grössten Feuchtigkeit machen.

Nun wäre noch zu untersuchen, ob der Unterschied in den Gewichten zwischen feuchter und trockener Luft bei hohen und bei tiefen Temperaturen derselbe sey? *) Wahrscheinlich ist er das nicht; aber wenn sich auch die Gröfse $\frac{1}{321}$ um 10 pr. C. änderte, so würde dieses, wie man leicht

*) Im Maximo der Feuchtigkeit gewifs nicht, da das Maximum der Dichtigkeit der Dämpfe mit der Temperatur, und viel schneller als sie, wächst.

Gilbert.

sie it, auf die Barometermessungen nur einen sehr geringen Einfluss haben. Endlich müsste man noch bestimmen, wie sich die Gewichte von trockner und feuchter Luft bei sehr hohen und bei sehr tiefen Barometerständen gegen einander verhielten, etwa bei 28 und bei 20 Zoll? Die jetzigen Abwiegungen sind alle bei 28 Zoll gemacht; bei 20 Zoll liessen sie sich wohl nur in den Pyrenäen machen, oder auf den Alpen. Solche Abwiegungen mit der zweiarmligen Waage haben auf hohen Bergen sehr grosse Schwierigkeiten, und man kann sich daher wohl begnügen, sie bei 28 Zoll mit aller Genauigkeit gemacht zu haben, und sie für die tiefen Barometerstände auf den Bergen zu berechnen, da aus Dalton's Versuchen die Ausdehnungen der Dämpfe hierzu genau genug bekannt sind, und dabei ein Irrthum um 10 pr. C., wie schon eben bemerkt worden, keinen bedeutenden Einfluss auf die Berechnung der Berghöhen haben würde.

Wenn man indess an den Barometer-Beobachtungen die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit anbringt, so wird man oft eben so viel Schwierigkeiten finden, die örtliche Feuchtigkeit der Luft von der allgemeinen zu unterscheiden, wie man jetzt hat, bei den Wärmebestimmungen die örtliche Wärme von der allgemeinen der Luftschicht zu sondern. Wie feucht ist es oft in den Thälern, wenn es auf den Bergen trocken ist; — wie feucht in der Nähe eines Flusses, indess in ei-

niger Entfernung es nicht ist. Aber in jedem Falle werden die Fehler, die man dabei begeht, von keinem grossen Einflusse auf Höhenmessungen seyn, weil die ganze Grösse von keinem bedeutenden Einflusse ist.

Ich glaube nach allem diesen, das unsere Barometermessungen jetzt sehr nahe auf der Stufe der Vollkommenheit stehen, die für sie möglich ist, und das auch spätere Jahrhunderte hierin keinen bedeutend höhern Grad von Genauigkeit, als jetzt wir, erreichen werden. An den Beobachtungen, die ich in dem Aufsatze über die Höhe des Mont Cenis nach Prony und Ramond aus dem *Moniteur* angeführt habe *), sieht man, welche Genauigkeit gute Beobachtungen jetzt haben. Nämlich bei Höhen, die unter 2000 par. Fufs sind, weichen sie nur 12 Fufs von einander ab, und die Mittel nur 1 oder 2 Fufs von den geometrischen Messungen.

Das man über diese Genauigkeit nie bedeutend wird hinübergehen können, folgt aus folgender ganz einfachen Betrachtung:

1. Man schliesst bei dem Barometer aus der Länge der Quecksilberfäule auf die Länge der Luftfäule, also von einer kleinen Grösse auf eine zehntausend Mal grössere. Irrt man in der Länge der Quecksilberfäule um $\frac{1}{100}$ Zoll, so zieht das in der Länge der Luftfäule einen Irrthum von 8 Fufs nach sich. Dieses wird bei den Messungen

*) Siehe den nächstfolgenden Aufsatz.

des zwanzigsten Jahrhunderts so gut Statt finden, als bei denen des neunzehnten, so lange nämlich die specifischen Gewichte von Luft und Quecksilber dieselben bleiben. Zwar kann man sich, so wie jetzt unsere Barometer sind, nicht wohl um $\frac{1}{100}$ Zoll im Ablefen irren, allein das Anhängen des Quecksilbers an das Glas ist nicht immer auf allen Punkten der Röhre gleich, und hiervon läßt sich weder Rechnung tragen, noch läßt sich die Ursache angeben, warum die Oberfläche des Quecksilbers in derselben Röhre oft mehr und oft weniger gewölbt ist.

2. Das Barometer ist eine Waage, welche eine sehr starke Reibung hat. Nach 3, 4 oder 5 Oscillationen steht sie schon still. Doch schwingen Gefäß-Barometer immer noch länger als Heber-Barometer. Diese Waage giebt also jedes Mal den Druck der Luft an \pm der Uempfindlichkeit, die aus der Reibung entsteht. Und diese Reibung wird bei den Barometern, welche unsere Enkel haben werden, noch immer dieselbe seyn; folglich auch der Fehler, der hieraus entsteht.

3. Unsere Atmosphäre ist eine große pneumatische Wanne, in der bald diese, bald jene Prozesse vorkommen; und die daher nie völlig in Ruhe ist. Dadurch erhält der Druck der Luft und die Wärme-Abnahme in der Schicht, die man abwiegt, oft eine temporelle und locale Aenderung, und der Beobachter kann diese bei aller Vorsicht nie völlig vermeiden, obschon er nie zu einer Zeit

beobachten wird, wenn er Ursache zu glauben hat, daß Proceſſe in der Atmoſphäre vorgehen, welche den Druck ſchnell vermehren oder vermindern.

Wegen dieſer drei Cardinalpunkte kann kein Beobachter eine gewiſſe Genauigkeit bei Barometermeſſungen überſchreiten, auch wenn er vorzügliche Barometer hat und alle Sorgfalt anwendet. Nur in dem Falle, wenn die kleinen Fehler, welche hieraus entſtehen, ſich zufällig gegen einander aufheben, kann ſeine Meſſung eine gröſſere Genauigkeit erreichen.

Aber von der andern Seite muß auch jeder Beobachter die Genauigkeit bei ſeinen Meſſungen erreichen, die der gegenwärtige Zuſtand unſerer Kenntniſſe erlaubt, und findet er gröſſere Abweichungen, als die, welche unter den gegebenen Umſtänden wahrſcheinlich ſind, ſo muß er nicht eher ruhen, bis er die Urfachen derſelben aufgefunden hat; denn gewöhnlich laſſen ſich dieſe Urfachen nur von ihm ſelber und an Ort und Stelle auffinden. Es wäre ſehr zu wünſchen, daß Herr von Villeſoffe dieſes bei ſeinen Meſſungen auf dem Harze gethan hätte; er würde den Werth ſeiner Arbeit dadurch ſehr erhöht haben.
