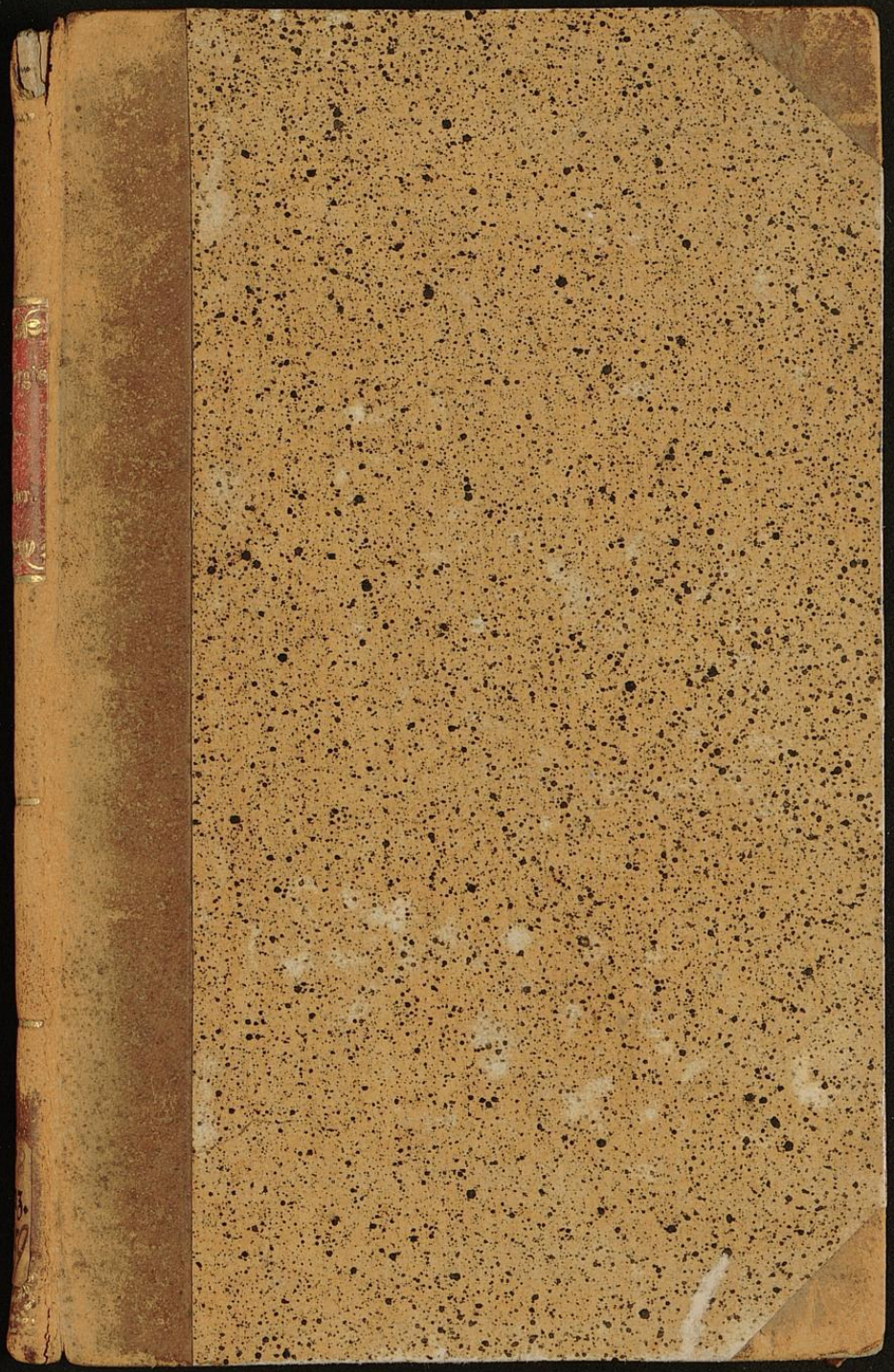


ULB Düsseldorf

+4080 186 02

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1259

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1259

BESCHREIBUNG

EINES EINFACHEN

REISEBAROMETERS.

NEBST EINER

ANLEITUNG

ZUR LEICHTEN BERECHNUNG DER

BERGHÖHEN.

VON

J. F. Benzenberg.

Für Freunde von Barometermessungen.

MIT 1 KUPFER.

DUSSELDORF, BEY J. C. H. SCHREINER. 1811.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Benz. 1259.181
2 b.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Seinen Freunden

dem Herrn

Staatsrathe G. Jacobi

und

dem Herrn

Hofrathe Abel

ergebenst gewidmet.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf


STERNWARTE
DER STADT
DÜSSELDORF

Inhalt.

Einleitung.

		Seite.
I.	Beschreibung des Heberbarometers	7
II.	Beschreibung des Gefäfsbarometers	8
III.	Auskochen der Barometer	9
IV.	Das Zeichnen der Scale	11
V.	Sperrung des Queksilbers	14
VI.	Form des Barometergehäuses. Beschreibung des Statifs	16
VII.	Der Wärmemesser	17
VIII.	Einrichtung des Beobachtungs-Journals . .	19
IX.	Ungleiche Erwärmung der untern Luftschichten durch die Sonne. — Einfluss derselben auf Barometermessungen	22
X.	Gleichzeitige Beobachtungen beym Bergmessen	25
XI.	Je einfacher das Barometer desto genauer werden die Beobachtungen	28
XII.	Leuchten der Barometer im Finstern . .	30

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

I. Abschnitt.

Berechnung der Barometermessungen mit Hülfe der Luftschichten.

Seite.

1. Das Barometer ist eine Waage. Die Bergleute nennen es die Queksilberwaage 33
2. Gewicht der Luft gegen Queksilber . . . 34
3. Das Mariottische Gesetz 34
4. Länge von 28 Luftsäulen, die alle einer Queksilbersäule von 1 Zoll das Gleichgewicht halten 35
5. Linearische Verzeichnung derselben . . . 37
6. Erklärung wie man aus dem Fallen des Queksilbers auf die Höhe eines Berges schliessen kann 39
7. Eintheilung des Luftkreises in 2800 Schichten 40
8. Gebrauch dieser Schichten beym Höhenmessen 41
9. Von der Einrichtung der Tafeln 43
10. Beyspiele über den Gebrauch derselben . . 45
11. Ausdehnung der Luft durch die Wärme . . 47
12. Ausdehnung des Queksilbers 48
13. Tafel zur leichten Berechnung ihres Einflusses auf Barometermessungen 49
14. Verfahren wenn es an der untern Station wärmer ist als an der obern 52
15. Tafel über die Berichtigung der Wärme des Queksilhers im Barometer 55

Beyspiele von Höhenmessungen mit dem Barometer 57
Tafeln zur Berechnung derselben 61

II. Abschnitt.

Berechnung der Barometermessungen mit Hülfe der Logarithmen.

1. Lehrsatz: Der Druck der Luft nimmt von unten nach oben in einer geometrischen

Seite.

Reihe ab, wenn man in ihr in einer arithmetischen steigt 67

2. Dieser Satz führt auf die Verbindung einer geometr. Reihe mit einer arithmetischen 72

3. Die Tafeln der natürlichen Logarithmen sind, da sie eine geometrische und arithmetische Reihe vollständig berechnet enthalten, sehr bequem bey diesen Rechnungen 72

4. Erklärung vom Gebrauch derselben 74

5. Die Rechnung der Berghöhen beruhet auf einem einfachen Regula-de-Tri Satze, bey dem die beyden Vordersätze aus den Logarithmen Tafeln genommen werden . . 75

6. und 7. Erklärung an mehrern Beyspielen . 75

8. Warum die natürlichen Logarithmen bequemer sind als die Briggischen 78

Geschichte des Höhenmessens mit dem Barometer.

9. Torricelli. Pascal. Perrier. Die erste Höhenmessung den 19. Septbr. 1648 . . . 79

10. Boyle und Mariotte entdecken, das nach letzterem sogenannte mariottische Gesetz . 81

11. Halley findet dafs die krumme Linie die die Luftsäulen bilden eine Hyperbel sey . . 84

12. Er entwickelt hieraus die Berechnung mit Logarithmen 85

13. Stillstand in den Fortschritten der Höhenmessungen mit dem Barometer, nach Halley. Herr de Luc fängt 1748 diese Untersuchungen wieder an und beschäftigt sich 18 Jahre mit diesem Gegenstande . . . 88

---

14. Tabelle über die Länge der Luftsäulen, welche bey verschiedenen Wärmegraden einer Queksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten 92

15. Beyspiele über die Berechnung der Berghöhen mit Hülfe dieser Tafel 101

17. Normaltemperaturen Verwickelte Rechnung mit denselben nach Herrn de Luc . . 104

18. Verschiedene Angaben über die Gewichte des Queksilbers. — Genaue Abwiegungen des

Seite.

Queksilbers und der Luft von Biot und Arago 108

19. Bestimmung der Ausdehnung von beyden . 110

20. Berichtigung der Höhenmessungen wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung. — Beyspiel am Montblanc und Pic de Bigore. — Vergleichung der Barometermessung mit der geometrischen . . . 112

21. Berichtigung der Höhenmessungen wegen Veränderung der Schwere mit der geographischen Breite 116

22. Zu allen genauen Messungen bedarf man zwey Barometer 119

23. Berechnung isolierter Beobachtungen über den Horizont der See. — Unsicherheit derselben 120

24. Ist die Rechnung der Barometermessungen noch mehr abzukürzen? 124

25. Herabdrückung des Queksilbers in engen Barometerröhren durch die Hahrröhrchenkraft. — Tabelle über die Berichtigung derselben 127

26. Vorsichtsregeln bey der Vergleichung der Barometermessungen mit geometrischen . 131

27. Vorsichtsregeln bey Barometermessungen in Bergwerken. — Vergleichung der Messungen des Hrn. von Villfosse auf dem Harze mit den Markscheider-Angaben . 133

28. Genauere Bestimmung der Elemente auf denen die Höhenmessungen beruhen durch künftige Versuche. — Die Elemente dürfen nicht geändert werden, um sie mit einzeln Beobachtungen mehr in Uebereinstimmung zu bringen 138

29. Ueber die Genauigkeit der Barometermessungen 144

30. Nutzen dieser Messungen 145

31. Anwendung der Barometermessung bey der Bestimmung senkrechter Standlinien in gebirgigten Gegenden 149

Schluſs 156

Das Höhenmessen mit dem Barometer gehört zu den angenehmsten Beschäftigungen der angewandten Geometrie. — Zugleich ist es oft nützlich die Höhe der Berge zu kennen, die unsern Wohnort umgeben. — Man erhält hiedurch eine richtige Uebersicht über den Lauf der Gewässer, über die Lage der Thäler, — man lernt die Ursache der reichern oder der dürftigern Vegetation kennen, die oft blos davon abhängt, ob das Barometer an einem Orte ein paar Zoll höher oder tiefer steht. Denn auf das Clima eines Landes

hat die Höhe über dem Meere einen ungleich gröfseren Einflufs, als seine geographische Breite.

Zugleich erforderen diese Höhenmessungen, nur einen kleinen Instrumenten Vorrath und einen geringen Aufwand an Zeit, denn ein paar Minuten reichen hin die Beobachtung anzustellen und zu berechnen.

Auch ist das Durchstreichen der Thäler und das Besteigen der Berge mit dem Barometer in der Hand, schon an sich etwas äusserst angenehmes.

Endlich werden keine weitläuftige gelehrte Kenntnisse bey diesen Messungen erfordert, da sie auf so einfachen Grundsätzen beruhen, dafs ihr Zusammenhang sich leicht übersehen läft. Jemand der es in der Rechenkunst bis zur Regel von Dreien gebracht hat, besitzt hinlängliche mathematische Kenntnisse um alle Barometer-Messungen berechnen zu können.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In den meisten Büchern, welche vom Höhenmessen mit dem Barometer handelen, ist dieses in so gelehrten Formeln vorgetragen, die die wenigsten verstehen, welche in den Fall kommen können, sie anzuwenden. Der Kaufmann, der Fabrikant, der Landprediger besitzen vielleicht ein gutes Barometer, — sie wünschen die Höhe der Berge zu kennen, die ihren Ort umgeben, aber sie können sich keine Idee davon machen, wie man dieses berechnet, da ihnen die Logarithmen fremd sind.

Allein die Höhe dieser Berge ist, so wie aller Berge in Deutschland, nicht gröfser als dafs das Queksilber im Barometer nur etwa 3 oder 4 Zoll auf ihnen fällt, und man kann sie daher eben so genau ohne Logarithmen berechnen als mit denselben. Man braucht nur die Atmosphäre in 2800 Schichten zu theilen, deren jede einer Queksilbersäule von $\frac{1}{100}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht hält, — und

selbst dieses darf man nur für die ersten 400 Schichten, da das Queksilber auf den höchsten Bergen in Deutschland nicht mehr als 4 Zoll fällt und man nicht genauer als etwa $\frac{1}{100}$ Zoll beobachten kann.

Ich habe diese leichte Berechnung, die blos auf den vier Species beruht, im ersten Abschnitte vorgetragen und ich zweifle nicht, dafs sie für jeden verständlich seyn wird.

Bey den grofsen Berghöhen in der Schweiz, in den Pyrenäen, in den Cordillieren kommen indes noch einige Umstände in Betracht, welche auf die Genauigkeit der Rechnung Einflufs haben, und da ist der Gebrauch der Logarithmen gewöhnlicher. — Aber auch hievon den Zusammenhang einzusehen ist für jeden leicht, welcher weis, was eine arithmetische und geometrische Reihe ist, und wie die erstere die Verhältnisse der lezteren zählt. — Um auf Logarithmen zu kommen bedarf es keiner Integral-Rechnung, man braucht

nur die Lehre von der Verwandelung der Verhältnisse zu kennen.

Ich habe dieses im zweiten Abschnitte erklärt, und zugleich die natürlichen Logarithmen beybehalten, weil hierdurch alles einfacher wird. Die Bequemlichkeit des Rechnens erfordert es ohnehin, dafs man die 1600 Logarithmen, welche man beym Höhenmessen gebraucht, besonders abdrucken läft, damit man des Nachführens besonderer logarithmischen Tafeln überhoben sey, und da war es dann eben so leicht die natürlichen Logarithmen als die briggischen abdrucken zu lafsen.

Dafs man in Werken, wie die von *La Place*, diese Lehre in ihrer ganzen Allgemeinheit mit Hülfe der höheren Rechnungen vorgetragen findet, ist ganz in der Regel, denn solche Werke sind nur für Eingeweihte geschrieben.

Aber wenn man sieht, dafs sie auch in solchen auf eine so gelehrte Weise vor-

getragen wird, die für vermischte Leser besimmt sind, dann erinnert man sich unwillkührlich an jene Stelle von *Lessing* in seinen Briefen über *Mylius*. Hier ist sie:

— — »Aus dem letzten Aufsatze kann »man unter anderen sehen, dafs Herr »Milius damals die Buchstabenrechen»kunst 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 grofsen Annalys»ten daselbst gemein, dafs es ihm voll»kommen gelungen ist, eine Wahrheit, »die in schlechten Worten ausgedrückt »sehr faslich wäre, durch die allgemeine »Zeichen für die Hälfte seiner Leser zum »Räthsel zu machen. Zwar — — als »wenn man um die Leser klug zu machen »schriebe! — — genug dafs man zeigt, »dafs man selbst klug ist.«

EINLEITUNG.

I.

Beschreibung des Barometers.

Man hat zweyerley Barometer. 1. *Heberbarometer* und 2. *Gefäfsbarometer*. Beyde können als Reisebarometer zum Höhenmessen gebraucht werden.

In *Fig.* 1. ist ein Heberbarometer abgebildet. Es besteht aus einer krumgebogenen Glasröhre, welche an einem Ende offen und am anderen zugeschmolzen ist. Diese wird mit Queksilber gefüllt und dann senkrecht gehangen. Das Queksilber steigt dann im kleinen Schenkel bis *b* indes es im grofsen bis *c* steht. Ueber *c* ist ein

Luftleerer Raum. Weil die Röhre oben zugeschmolzen ist, so kann die Luft nicht auf das Queksilber im langen Schenkel drücken.

Hingegen im kurzen Schenkel ist die Röhre offen und die Luft kann frey auf das Queksilber in *b* drücken. Je stärker sie drücket desto mehr drückt sie es im kurzen Schenkel hinunter und im langen hinauf.

Die Säule *a c* mifst also den Druck der Luft. Je stärker die Luft drückt, desto länger wird die Säule. Das Barometer ist also wie eine Waage anzusehen, auf der der Druck der Luft gegen Queksilber abgewogen wird. — Die Queksilbersäule im langen Schenkel, ist das Gewicht in der einen Wagschaale, und die Luftsäule die über dem kurzen Schenkel steht und bis ans Ende der Atmosphäre geht, ist das Gewicht in der anderen. Das Queksilber welches unterhalb der Linie *a b* im langen und im kurzen Schenkel steht, kommt hiebey in keinem Betracht, weil es sich selber wechselsweise im Gleichgewicht hält.

II.

In *Fig.* 2. ist das Gefäfsbarometer abgebildet. Es besteht aus einer gläsernen Röhre die oben zugeschmolzen ist, und unten in einem

Gefäfse mit Queksilber steht, welches ebenfalls von Glas ist.

Das Gefäfs ist oben verschlossen, hat aber eine kleine Oeffnung, durch welche die Luft frey auf das Queksilber drücken kann. Je stärker der Druck ist, desto mehr fällt das Queksilber im Gefäfs und desto mehr steigt es in der Röhre. Da aber das Gefäfs weiter ist als die Röhre, so fällt es im Gefäfs weniger als es in der Röhre steigt. So kann es z. B. 13 Linien in der Röhre steigen, wenn es 1 Linie im Gefäfse fällt, wenn jene nemlich 13mal enger ist als dieses.

III.

Auskochen der Barometer.

Das Queksilber mufs, ehe es in die Barometerröhre gefüllt wird, sorgfältig gereinigt werden. Dieses geschieht theils durch Kochen, theils durch Durchpressen durch Leder. Zuletzt wird es vor dem Einfüllen in einer gläsernen Flasche lange geschüttelt, wodurch es die gröste Beweglichkeit erhält.

Die Barometerröhren werden, ehe sie zugeschmolzen werden, inwendig mit Hülfe eines

kleinen Schwammes der an ein Fischbeinstäbchen befestigt ist, sorgfältigt gereinigt, damit der feine Staub von den Glashütten der sich an die innere Fläche hängt, und zugleich die Feuchtigkeit, welche sich wieder an diesen hängt, vorher weggenommen werde.

Nachdem die Röhre zugeschmolzen und mit Queksilber gefüllt ist, wird sie über dem Feuer ausgekocht. Hiedurch geht alle Luft die sich inwendig an die Röhre hängt, und alle Feuchtigkeit, die noch etwa zurückgeblieben ist, heraus.

Alle Barometer, welche auf diese Weise ausgekocht sind, werden Luftleer, und das Queksilber steht in ihnen, wenn sie neben einander gehangen werden, gleich hoch. Dahingegen die Barometer, welche nicht ausgekocht sind, oft um 2 bis 3 Linien von einander abweichen.

Wenn ein Barometer einmal durch Auskochen von Luft gereinigt ist, so thut es nichts, wenn nachher auch einmal eine Luftblase herein kommt; diese kann man leicht durch Klopfen und Schütteln wieder herausbringen, und das Barometer steht nachher wieder so hoch wie es vorher stand, ehe die Luftblase drin war. Durch das Auskochen wird die innere Fläche so rein, dafs die Luft sich nicht mehr so fest an sie anlegen kann wie vorher.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

IV.

Das Zeichnen der Scale.

Um die jedesmalige Länge der Queksilbersäule bequem messen zu können, so zeichnet man eine Scale entweder auf Papier oder Messing und befestigt sie neben die Röhre. Diese Scale ist in Zoll-Linien und Zehntel-Linien eingetheilt. Gewöhnlich ist ein Vernier angebracht der sich verschiebt und der die Linien in 10 Theile theilt.

Die feinsten Scalen lassen sich indes auf Glas zeichnen, entweder durch einschleifen mit dem Messer oder durch Aetzen mit Flusspathsäure.

Da die Röhre in die Queksilbersäule eingeschlossen, ohnehin von Glas ist, so schien es mir am natürlichsten, dafs man die Scale unmittelbar auf die Röhre trage. Man kann dann schärfer beobachten, man bedarf keines Verniers und das Barometer bleibt einfacher. Auch dehnt sich eine gläserne Scale weniger durch die Wärme aus als eine von Messing.

Ich habe mehrere solcher Barometer vom Herrn Mechanicus *Loos* (in Büdingen bey Francfurt am Mayn) verfertigen lassen, welche einen sehr hohen Grad von Vollkommenheit haben,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und die ich immer beym Höhenmessen der Berge gebrauche.

So weit die Scale geht, ist die Röhre flach geschliffen und wieder poliert. Hierauf sind die Theilstriche mit Flusspathsäure eingeäzt, und zwar so fein, dafs man sie nur mit einem Vergrösserungsglase ablesen kann. Der Zoll ist in 10 Linien und die Linie abermal in 10 Theile getheilt, so, dafs jeder Zoll unmittelbar 100 Theile hat, von denen man noch mit Hülfe des Vergrösserungsglases die Hälfte schätzen kann.

Neben der Röhre liegt noch eine schmale Scale von Silber, auf der aber blos Zoll und Linien eingetheilt sind, und die nur dazu dient, um mit blossem Auge gleich sehen zu können, wie hoch ungefähr das Queksilber steht.

Der Anfangspunct der Scale liegt beym Heberbarometer bey der Linie *a b*. Man wählt diese so, dafs das Queksilber immer, auch selbst beym niedrigsten Stande auf dem Berge, noch unter ihr steht. Man liest dann bey der Beobachtung ab, wie tief das Queksilber unter der Linie *a b* im kurzen Schenkel und wie viel es drüber im langen steht. Beydes addirt gibt die ganze Länge der Queksilbersäule.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Beyspiel:

Im kurzen stand es unter $a\ b$ = 3,12 Zoll.
Im langen stand es über $a\ b$ = 24,23 Zoll.

Ganze Länge der Queks. Säule = 27,35 Zoll.

Beym Gefäfsbarometer liegt der Anfangspunct der Scale an einem elfenbeinern Stäbchen, welches unbeweglich an die Glasröhre befestigt ist und ins Gefäfs hineinreicht.

Beym beobachten wird an der unteren Schraube so lange geschraubt bis die Queksilberfläche im Gefäfs bis an das Stäbchen reicht. — Die richtige Stellung des Stäbchens wird auf folgende Weise erhalten: Man hängt das Gefäfsbarometer neben ein Heberbarometer und sieht zu, wie hoch letzteres steht. Dieses sey 28,12 Zoll. Darauf schraubt man unten am Gefäfs bis das Gefäfsbarometer auch auf 28,12 Zoll steht. Dann wird das Stäbchen bis auf die Fläche des Queksilbers gedrückt, und in dieser Lage durch einen Stift befestigt.

Auf diese Weise gehen die Gefäfsbarometer immer mit den Heberbarometern gleichförmig, weil ihr Nullpunct einmal für immer nach diesen abgeglichen ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

V.

Sperrung des Queksilbers.

Bey einem Reisebarometer ist das erste Bedürfnifs eine gute Sperrung, damit man es ohne Gefahr von einem Orte zum anderen tragen könne.

Beym Heberbarometer ist die einfachste Art mit einem Fischbeinstäbchen, welches unten mit Flockseide umwickelt ist. — Man kehrt das Barometer um, wo das Queksilber dann bis in die Krümmung zurück tritt. Wenn man dann das Fischbeinstäbchen hinein steckt, so ist es vollkommen gesperret, und man kann es ohne Gefahr hin und her tragen. Hiebey wendet man die Vorsicht an, dafs man es immer umgekehrt hält, so dafs das zugeschmolzene Ende der Röhre unten ist. Wann dann auch durch die Ausdehnung des Queksilbers, sich einige Kügelchen am Stäbchen vorbeydrücken, so ist ihr Verlust unbedeutend. Eben so thut es nichts, wenn nachher beym Zusammenziehen des Queksilbers etwas Luft am Stöpsel vorbey geht; diese mufs immer in der Krümmung bleiben, da das Barometer umgekehrt getragen wird, und beym Oeffnen kann man sie durch Schütteln leicht wieder früher herausbringen, ehe das Barometer wieder in seiner senkrechten Lage kommt und das Queksilber wieder anfängt zu spielen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Beym Gefäfsbarometer ist die Sperrung eben so einfach. Der Boden des Gefässes ist nemlich ein Sack von Leder. Dieser ruht auf dem breiten Kopfe einer Schraube. Wird diese in die Höhe geschroben, so wird der Sack mit in die Höhe getrieben, und das ganze Gefäfs füllt sich mit Queksilber. Man verschliefst dann mit einem kleinen Stöpfsel die Oeffnung, durch welche die Luft ins Gefäfs tritt. — Sobald das Queksilber nirgend mehr ausweichen kann, so füllt es auch die Röhre bis ans Ende aus, und man hört dann auf zu schrauben. Das Barometer ist dann vollkommen gesperrt und man kann es überall hintragen.

Man pflegt aber nachher die Schraube ein wenig zurückzudrehen, damit das Queksilber sich ausdehnen kann. Wenn dann auch Luft ins Gefäfs kommt, so thut dieses nichts, da sie doch nicht in die Röhre treten kann, weil sie immer auf dem Queksilber schwimmt, und daher nie in die Mitte des Gefäfses kommt, wo die Oeffnung der Röhre ist.

Diese Gefäfsbarometer lassen sich, wenn sie gut verpackt sind, mit Fuhrgelegenheit verschicken, ohne dafs sie beschädigt werden, welches sonst fast keine Barometer thun. Denn wenn die gewöhnlichen Barometer auch unzerbrochen an Ort und Stelle ankommen, so haben

sie doch gewöhnlich Luft geschöpft, weil sie beym verpacken bald recht und bald verkehrt gestellt werden. Aus diesem Grunde lassen sich auch die angeführten Heberbarometer nicht mit Fuhrgelegenheit verschicken, weil, wenn sie unterweges umgekehrt werden, die Luft, welche unten am Stöpfsel vorbeygegangen ist, leicht in den langen Schenkel tritt. Und so dicht darf man das Queksilber nicht absperren, dafs keine Luft an der Sperrung vorbey kann, weil man sonst in Gefahr ist, dafs die Röhre springt, wenn das Queksilber sich bey der Wärme ausdehnen will und es nirgend an der Sperrung vorbey kann. — Man hat Barometer welche eine Sperrung mit einem Hahnen von Kork haben, diese sind, wenn nicht immer bey verändeter Temperatur auf sie acht gegeben wird, dem Zerspringen sehr leicht ausgesetzt.

VI.

Dem Gehäuse des Barometers pflegt man die Form von einem Stocke zu geben, der sich der Länge nach öffnet. Auf diese Art eingerichtet, läfst es sich am bequemsten auf Reisen bey sich führen. Bey langen Reisen wickelt man es auch wohl in ein Stück Wachstaffent und hängt es an einem Bande über die Schulter.

Um es aufzuhängen bohrt man ein kleines Zwickelbohr in einem Baum und hängt es an

dieses mit einer Schnur. — Findet man aber keinen Gegenstand an den man es hängen könnte, so muſs man ein dreybeinigtes Statief mitnehmen, wie das in *Fig.* 3 abgebildete. Die Füsse lassen sich so zusammenlegen, daſs sie einen runden Stock ausmachen. Das Barometer hängt man oben an das Querstück. Ihm gegenüber hängt man, des Gleichgewichts wegen, einen Stein oder sonst was schweres, damit man nicht in Gefahr gerathe, daſs das Statief umschlage.

Das Statief kann man von Tannenholz machen, und die Gewerbe oben von Messing. Zum Gehäuse des Barometers nimmt Herr *Loos* Birnbaumholz, welchem er im Dampfbade die Holzsäure entzieht. Hiedurch verliert es die Neigung sich zu krümmen und nimt zugleich mit Cochenille eine sehr schöne röthliche Farbe an.

Wenn die Füſse des Statiefs zusammengelegt sind, so wird unten ein Ring darauf gesteckt, und man kann es dann als einen Krückenstock bey Bergreisen gebrauchen.

VII.

Der Wärmemesser.

(*Thermometer.*)

Ausser dem Barometer bedarf man noch zwey Wärmemesser, Einer liegt gewöhnlich im Ge-

häuse des Barometers. Der andere steckt in in einem Futterale und wird in der Tasche nachgetragen.

Der Wärmemesser ist in *Fig.* 4 abgebildet. Er besteht aus einer Glaskugel und einer sehr engen Röhre die oben zugeschmolzen ist. Vorher wird er mit Queksilber gefüllt. Wenn man die Kugel in siedendes Wasser hält, so dehnt sich das Queksilber aus und steigt bis ans Ende der Röhre. Die Stelle, wo er alsdann steht, wird mit einem Einschnitte ins Glas bezeichnet und heifst der Siedpunct. Hält man ihn dann in gefrierendes Wasser, so zieht sich das Queksilber zusammen bis in *g*. Diese Stelle wird wieder bezeichnet und heifst der Gefrierpunct. Herr *von Reaumür* theilte die Entfernung beyder Puncte in 80 Theile, die er Grade nannte. — Diese Eintheilung ist bey uns und in Frankreich die gewöhnlichste. In neuern Zeiten hat man auch angefangen diesen Raum in 100 Theile einzutheileu, welche man Centesimal-Grade nennt.

Auf den englischen Wärmemessern findet man häufig die Eintheilung des Herrn *Fahrenheit*. Dieser theilte den Raum vom Siedpuncte bis zum Gefrierpuncte in 180 Theile, die er ebenfalls Grade nannte. Weil er nun glaubte, dafs die gröfste Kälte nur 32 Grad unter dem Gefrierpuncte gehe, so setzte er seinen 0 Punct

32 Grad unter dem Puncte, wo das Wasser anfängt zu frieren, so dafs seine Scale im Ganzen 32 + 180 = 212 Grade hat. Zwey und ein Viertel von diesen Graden sind so grofs als eine von den Graden des Herrn *von Reaumür*.

An einem guten Wärmemesser mufs die Röhre durchaus einerley Weite haben, damit die Grade überall gleich grofs werden. — Ferner mufs er so Luftleer seyn, dafs, wenn man ihn umkehrt, das Queksilber mit einem hörbaren Schlage ans Ende der Röhre anschlägt. Endlich mufs der Siedpunct dann bestimmt werden, wenn das Barometer auf 28 Zoll steht.

Wenn nemlich das Barometer niedriger steht, so ist der Druck der Luft aufs Wasser geringer und es kocht früher. Das Umgekehrte ist der Fall, wenn das Barometer höher steht. — Nur bey demselben Barometerstande nimmt das Wasser beym Kochen immer dieselbe Hitze an. — Herr *de Luc* fand, dafs, wenn das Barometer 11 Zoll niedriger stehe, das Wasser schon bey 71 Grade der Reaumürschen Scale siede, also 9 Grade unter dem Siedpuncte von 28 Zoll.

VIII.

Nach der Beschreibung der Werkzeuge kommen wir auf das Beobachten mit denselben.

Wenn man am Orte der Beobachtung angekommen ist, so sucht man eine schickliche Stelle zum Aufhängen der Instrumente, d. h.: eine solche, wo sie vor dem Winde und der Sonne, so viel wie möglich, geschützt sind. — Man läfst dann die Sperrung des Barometers vorsichtig los, und hängt es senkrecht. Man kann dieses mit Hülfe eines Bleyloths von ein paar Fufs, welches man in der Tasche bey sich trägt. — Wenn das Barometer 1 Zoll überhängt, so ändert dieses den Stand des Queksilbers ungefehr um $\frac{1}{100}$ Zoll. Indes ist es sehr leicht, das Barometer bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll senkrecht zu hängen, auch selbst dann, wenn es, wie es auf Bergen sehr häufig der Fall ist, windig ist.

Da das Barometer eine Wage ist, auf der der Druck einer Luftsäule gegen den Druck einer Queksilbersäule abgewogen wird, so mufs man, weil beyde Säule von der Wärme ausgedehnt werden, die Wärme von beyden bestimmen. Ist der Himmel gleichförmig belegt, so hat dieses weiter keine Schwierigkeiten. Man läfst die Instrumente ungefehr eine Viertelstunde hangen, so, dafs sie die Temperatur der Luft annehmen, und liest dann den Stand des Barometers und des Wärmemessers ein paarmal ab, und bemerkt ihn in seinem Tagebuche.

Wenn aber die Sonne sheint und die Umstände erlauben es nicht, das Barometer und den

Wärmemesser in den Schatten zu hängen, so mufs man beyde Wärmemesser gebrauchen. Der eine bleibt beym Barometer im Gehäuse, und der andere wird in den Schatten gehangen, da es leicht ist, überall so viel Schatten zu finden, als ein Wärmemesser bedarf. — Durch die Sonnenstralen wird das Queksilber im Barometer und im zugehörenden Wärmemesser gewöhnlich um 2 oder 3 Grade mehr erhitzt, als der andere, welcher im Schatten die wahre Wärme der Luft zeigt. Man mufs beyde Wärmegrade kennen. Welcher Gebrauch hievon bey der Rechnung gemacht wird, soll nachher gezeigt werden.

Das Ablesen des Barometers geschieht mit Hülfe eines kleinen Vergröfserungsglases, welches *Fig.* 5 abgebildet ist. Man hält hiebey das Auge dem Striche, wo abgelesen wird, grade gegenüber. — Man liest an der Linie ab, wo das Queksilber am Glase anliegt.

Hat man abgelesen, so schreibt man die Beobachtung auf folgende Weise in sein Tagebuch.

Löwenberg den 13. *Octbr.* 1809. *Morg.* 9 *Uhr.*
Der Wind Ost. Der Himmel heiter.

Barometer.			Wärmemesser.	
Kurzer Schenkel	Langer Schenkel	Ganze Länge.	Am Baromet.	Im Schatten.
2,709	24,144	26,853Z.	+ 2,1 G.	+ 2 G.

Gewöhnlich pflegt man zwey oder dreymal abzulesen und hieraus dann das Mittel zu nehmen.

IX.

Endlich mufs der Beobachter den Einflufs der ungleichen Erwärmung vermeiden. Wenn er z. B. seine Instrumente an die Südseite eines Hauses hängen wollte, welche für den Augenblick zwar im Schatten ist, aber früher von der Sonne beschienen worden, so würden ihm seine Instrumente einen höheren Wärmegrad geben, als die Luft im freien wirklich hat, und er würde statt die wahre Wärme kennen zu lernen, nur die von der Stelle finden, wo er seine Instrumente hangen hat. — So fand Herr *de Luc* in der Nähe eines Felsen auf dem Berge Saleve des Nachmittags die Temperatur jedesmal zu hoch, hingegen des Morgens ehe er von der Sonne beschienen wurde, oder auch an bewölkten Tagen, erhielt er den wahren Wärmegrad und die wahre Höhe des Berges.

Ausser dieser örtlichen Erwärmung, die durch Gegenstände geschieht, die dem Sonnenlichte lange ausgesetzt sind, und der man leicht ausweichen kann, giebt es noch eine andere, die nicht so leicht zu vermeiden ist. Ich meine die Erwärmung der Oberfläche der Erde durch die Sonnenstralen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Man hängt die Instrumente beym Beobachten gewöhnlich in einer Höhe von 4 oder 5 Fuſs auf. Diese Luftschicht in der sie hangen, ist aber des Morgens nach Sonnenaufgang kälter, als die Luft in einer Entfernung von 100 Fuſs von der Erde ist, weil die obere Luft schneller von den Sonnenstralen erwärmet wird, als die Oberfläche der Erde, uud weil die untere Luft, wo die Instrumente hangen, immer wieder von dieser abgekühlt wird.

Ein paar Stunden nach Sonnenaufgang ist die Oberfläche der Erde so warm wie die Luft; es findet dann keine ungleiche Erwärmnng statt, und dieses ist die beste Zeit Barometerbeobachtungen anzustellen.

Da die Sonne immer fortfährt auf die Oberfläche der Erde zu scheinen, so erhitzt sich diese immer mehr, und es tritt vier oder fünf Stunden nach Sonnenaufgang der Fall ein, dafs die Oberfläche der Erde wärmer ist, wie die obere Luft. Sie erhitzt nun die untere Luftschicht und die Instrumente zeigen eine Temperatur an, die höher ist, als sie seyn würde, wenn sie 100 Fuſs von der Erde entfernt wären. Dieser Unterschied ist gegen 2 Uhr Nachmittags, wo die gröfste Wärme statt findet, am bedeutendsten. Er geht dann in den langen Sommertagen auf 2 oder 3 Grad Reaumür. In den kurzen

Herbst und Wintertagen ist er viel geringer und oft völlig unmerklich.

Nach dem Zeitpuncte der gröfsten Wärme, kühlen sich die Luft und die Oberfläche der Erde wieder ab, uud weil letztere sich schneller abkühlt, so nähern sich beyde Temperaturen wieder und es kommt dann ein Zeitpunct, wo beyde wieder gleich sind. Dieser ist wieder der beste zu Beobachtungen.

Da das schnellere Abkühlen der Erde fortdauert, so ist gegen Abend die untere Luft wieder mehr abgekühlt, besonders wann der Thau fällt, und man kann sich dann auf den Stand der Wärmemesser, nahe an der Erde, nicht verlassen.

Ist aber der Himmel belegt oder, geht ein lebhafter Wind, der die unteren und oberen Luftschichten immer durcheinander mengt, so findet diese ungleiche Erwärmung nicht statt.

Auch ist sie mehr in der Ebene und in den Thälern, als auf den Spitzen der Berge, weil hier immer frische Luftschichten vom Winde hingetrieben werden, welche ihre Wärme noch nicht durch die Wärme von der Oberfläche der Erde verändert haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Den Einfluſs dieser ungleichen Erwärmung vermeidet man also, wenn man:

1.) Zwey oder drey Stunden vor der Grenze des Tages beobachtet; oder 2.) wenn man an bewölkten Tagen beobachtet; oder 3.) auf freyen Bergspitzen, wo immer Luftzug ist; und 4.) in der Ebene vermeidet man ihn dadurch, daſs man den freien Wärmemesser möglichst entfernt von der Erde hängt.

Hiezu hat man fast immer Gelegenheit, da in der Ebene gewöhnlich Bäume oder Häuser sind. — Ist ein Haus da, so braucht man nur eine Stange zum Dache hinauszustecken, an die ein Brettchen genagelt ist, hinter das man den Wärmemesser in den Schatten hängt.

X.

Wenn man Berge mißt, die eben nicht hoch sind, dann braucht man nur ein Barometer, weil man voraussetzen darf, daſs in der kurzen Zwischenzeit, die zwischen hinauf und hinuntersteigen verflieſst, der Druck der Luft sich nicht ändert, besonders wenn man einen heiteren und windstillen Tag gewählt hat. Das Verfahren ist dann ungefähr folgendes. Man hängt das Barometer am Fuſse des Berges auf und bemerkt seinen Stand. Dann steigt man auf den Berg, hängt es hier wieder auf und bemerkt ebenfalls seinen Stand. Dann hängt man beym

hinuntersteigen das Barometer wieder an dieselbe Stelle, und bemerkt seinen Stand aufs neue. Findet man einen kleinen Unterschied, so vertheilt man diesen, indem man voraussetzt, dafs es gleichförmig gefallen oder gestiegen sey.

Beyspiel:

Unten stand das Barom. 28,00 Zoll um 3 Uhr.
Oben . . . . . 27,50 Zoll um 4 Uhr.
Wieder unten . . . 28,10 Zoll um 6 Uhr.

Das Barometer ist also von 3 bis 6 Uhr 0,1 Zoll gestiegen. Also in zwey Stunden 0,07 Zoll. Um 4 Uhr würde es also wie es oben 27,50 Z. stand, unten 28,07 gestanden haben.

Sind aber die Berge hoch, oder ist der untere Standpunct vom oberen sehr entfernt, so mufs man an beyden Standpuncten ein Barometer haben, um genau den gleichzeitigen Druk, sowohl oben als unten zu erhalten, weil man bey der Voraussetzung der gleichförmigen Veränderung, sich dann doch sehr irren kann. Keine Barometermessung ist völlig sicher, wenn keine zwey Barometer dabey gebraucht werden.

Bey den Höhenmessungen im Siebengebirge gebrauchte ich immer ein Heberbarometer und ein Gefäfsbarometer, und während eins auf den Bergen war, wurde das andere anhaltend zu

Königswinter beobachtet. — Es ist ohne hin angenehm, zwey Barometer bey sich zu haben, weil man dann immer unabhängig ist, und wenn auch eins Luft schöpft oder zerbricht, so hat man doch noch immer das andere. Uebrigens sind diese Barometer so wohlfeil, dafs die Ausgabe dafür in keinem Betracht kommt. Ein Gefäfsbarometer kostet 25 Gulden und ein Heberbarometer 40 Gulden. Jeder Wärmemesser wird mit 5 Gulden bezahlt.

Je näher beyde Barometer beysammen sind, desto besser ist es, — sind sie, wie das bey hohen Bergen wohl der Fall ist, 8 oder 10 Stunden von einander, so kann leicht eine örtliche Ursache den Druck der Luft über einem Barometer vermehren, ohne dafs das andere hievon etwas empfindet. Ich habe oft bemerkt, wenn Schneewolken vorüberzogen, dafs das Quecksilber dann um ein oder zwey hundert Theile des Zolls schwankte. — Dasselbe gilt von Gewitterwolken, welche an einem Orte den Stand des Barometers ändern können, ohne dafs das andere, welches um 8 oder 10 Stunden entfernt ist, etwas hievon empfindet, weil die Ursachen von der Veränderung des Drucks nicht lange genug anhalten, um sich über eine grofse Strecke fortzupflanzen.

Ueberhaupt mufs man, wenn die Atmosphäre unruhig ist, keine Barometermessungen anstellen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die ganze Lehre beruht auf dem Satz: *dafs die Atmosphäre eine gleichförmige Flüssigkeit sey, welche sich von oben nach unten regelmässig verdichtet.* Wenn dieser Druck aber durch chemische Processe örtliche Ungleichheiten erhält, z. B. durch schwere Hagel- oder Gewitterwolken, so ist es unmöglich die Höhe der Berge mit dem Barometer genau zu messen, da die Rechnung auf diese Ungleichheiten im Druck keine Rücksicht nimmt.

XI.

An keinem Instrumente ist so viel gekünstelt worden, als am Barometer. Herr *de Luc* hat in seinem vortrefflichen Werke über die Atmosphäre, über ein Dutzend verschiedener Arten von Barometern abgebildet, und dieses ist noch nicht die Hälfte, wenn man die hinzurechnet, die in neuern Zeiten angegeben worden. Alle sind mehr oder weniger zusammengesetzt. Die genauesten, die einfachsten, die wohlfeilsten sind, nach meinen Erfahrungen, die oben angeführte Heber- und Gefäfsbarometer.

Welches von beiden vorzuziehen sey, mögte schwer zu bestimmen seyn. Ein Liebhaber wird sich beide anschaffen, da man mit einem Barometer keine Höhenmessungen anstellen kann, die irgend ins Grofse gehen. Das Heberbaro-

meter hat den Vorzug, dafs es sich selber berichtigt, und keines Normalbarometers weiter bedarf. Das Gefäfsbarometer hingegen hat den, dafs es bequemer im Gebrauch ist, weil nicht so leicht Feuchtigkeit in die Röhre kömmt.

Wenn man die Barometer bey Bergreisen viel gebraucht, so ist nicht zu vermeiden, dafs sie nicht zu Zeiten feucht werden, und dafs sich auch von dieser Feuchtigkeit an die innere Fläche des kurzen Schenkels setze. Nun troknet man zwar diesen vorher jedesmal mit dem Seidenstöpsel aus, ehe man das Queksilber spielen läfst. Aber wenn nur ein wenig Feuchtigkeit drin bleibt, so hängt diese sich nachher ans Queksilber und kommt dann mit diesem in den langen Schenkel. Aus diesem läfst sie sich dann nicht anders herausbringen, als durch auskochen. Ich hatte mein Heberbarometer noch nicht lange gebraucht, da war ich schon in dem Falle, dafs ich es in der Krümmung auskochen mufste, um die Feuchtigkeit herauszubringen, die sich ans Queksilber gehangen hatte, und an die sich nun wieder Luft hieng. — Man mufs das Barometer nie aus der Kälte in ein geheitztes Zimmer bringen, weil sich dann die Dünste gleich aufs kalte Glas niederschlagen. Oder man mufs es, wenn man es hereinbringt, gleich am Ofen ganz durchwärmen lassen, damit die Feuchtigkeit wieder davon gehe.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn man Luft und Feuchtigkeit zugleich in der Röhre hat, dann kann man sich nicht anders helfen, als durch auskochen. — Hat man blos Luft drin, so kann man diese durch Klopfen heraus bringen. Hat sich aber blos etwas Feuchtigkeit an die innere Wand der Röhre angelegt, so sitzt diese oft so fest, dafs sie gar nicht von der Stelle geht. In diesem Falle kann man sie, der Güte des Barometers unbeschadet, drin lassen. Denn die Queksilbersäule bewegt sich nur in der Mitte, und das Queksilber, welches einmal am Glase hängt, bleibt immer am Glase und geht bey allen Bewegungen nicht davon. Bey meinem Heberbarometer sitzen ein paar Bläschen Feuchtigkeit schon seit 6 Monaten auf derselben Stelle und bleiben bey allen Bewegungen desselben, auf derselben Stelle sitzen. So bald sich aber Luft an die Feuchtigkeit hängt, mufs es wieder ausgekocht werden.

XII.

Beym Barometer kommt es vorzüglich darauf an, dafs der Raum über dem Queksilber luftleer ist. — Vollkommen luftleer ist er nie, auch bey den besten Barometern nicht. Man wird immer ein kleines Bläschen, wie eine Nadelspitze sehen, wenn man das Queksilber bis ans Ende der Röhre laufen läfst; und dieses ist bey allen guten Barometern fast von gleicher Gröfse, hat aber auf den Stand des Queksilbers

keinen Einflufs, weil es sich durch einen so grofsen Raum verbreitet. — Wenn man das Barometer umkehrt und dann lange klopft, so tritt dieses Luftbläschen ins Quecksilber, kommt aber nachher wieder zum Vorschein. — Die Queksilbersäule bleibt denn oft oben hangen, wenn man das Barometer langsam wieder gerade hängt.

Oft bleibt auch nur ein Stück der Säule oben hangen; dieses rührt von dem dichten Anliegen des Queksilbers an das Glas her.

Wenn man die Barometer im Finstern bewegt, so sieht man in dem leeren Raume, über dem Queksilber, ein mattes elektrisches Licht. Barometer, welche gar nicht ausgekocht sind, leuchten nicht, eben so leuchten die Barometer nicht, die mehrmals ausgekocht sind. Dieses Leuchten scheint nur bey einem gewissen Grade der Verdünnung der Luft statt zu finden; auch scheint es mit von der Beschaffenheit des Glases abzuhangen, denn einige Barometer thun es nicht, auch wenn sie nur einmal ausgekocht sind.

Zum Schlufs will ich noch bemerken, dafs man jedesmal, ehe man abliefst, das Barometer ein wenig hin und her bewegt, damit das Queksilber spiele. Dann läfst man es eine halbe Minute in Ruhe und liefst da ab, wo die Queksilberfläsche an der Röhre anliegt. Eigentlich müste man das Kügelchen auf der Queksilbersäule,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ablesen, allein dieses sieht sich nicht so gut, und da beym Heberbarometer beyde Schenkel gleich weit sind, so kömmt es auf eins heraus, ob man an beyden am Kügelchen oder am Rande abliefst. Das was man in einem Schenkel zu viel hat, hat man im anderen zu wenig.

Dasselbe gilt von Gefäfsbarometer, da dieses nach dem Heberbarometer abgeglichen ist, so liest man da auch immer am Rande ab. Freylich ist das Kügelchen nicht immer gleich hoch, aber hierauf kann man so wenig Rücksicht nehmen, als darauf, dafs an der einen Seite der Röhre das Queks. auch oft etwas höher steht, als an der andern, welches von Ungleichheiten des Glases herrührt, die man mit blofsen Augen nicht entdecken kann. Aber alles dieses beträgt nie mehr als $\frac{1}{100}$ Zoll, und dieses ist ohnehin die Grenze, für die Genauigkeit in Barometer-Beobachtungen. Dieses Hunderttheil ist etwa 7 bis 10 Fufs Ungewifsheit in der gemessenen Berghöhe, und wenn man die Höhe eines Berges bis auf 10 Fufs genau kennt, dann ist man vollkommen zufrieden.

I^ter Abschnitt.

Berechnung der Barometermessungen mit Hülfe der Luftschichten.

1.

Das Barometer ist eine Wage, auf welcher der Druck der Luft, gegen die Länge einer Queksilbersäule abgewogen wird. — Je gröfser der Druck, desto länger ist die Queksilbersäule, die ihm das Gleichgewicht hält.

So lange das Queksilber spielt, ist diese Wage immer in Thätigkeit, und sie gibt jede Veränderung an, welche im Druck der Luft stat findet.

Wollte man das griechische Wort Barometer übersetzen, so müfste man es *Druckmesser* nennen. Die Bergleute nennen es mit einem nicht unpassenden Ausdrucke: Die *Queksilberwage.*

2.

Gewicht der Luft.

Durch sorgfältiges Abwiegen hat man gefunden, dafs, wenn das Barometer auf 28 Zoll steht, und der Wärmemesser auf dem Gefrierpunkte, die Luft 10494 mal leichter ist als das Queksilber.

Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit, mufs 10494 mal 28 Zoll lang seyn, wenn sie einer Queksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

10494 mal 28 ist 293872 Zoll. Dieses sind 24489 Fufs, oder 4081,5 Toisen.

3.

Das Mariottische Gesetz.

Je stärker die Luft gedrückt wird, desto dichter wird sie. — Wird sie mit einem Gewichte von 28 Zoll Queksilber zusammengedrückt, so ist sie viermal so dicht, und in einen viermal so

kleinen Raum gepreſst, als wenn sie mit einem Gewicht von 7 Zoll zusammengepreſst würde.

Je weniger also die Luft gedrückt wird, einen desto gröſseren Raum nimmt sie ein, und desto dünner ist sie.

Mariotte war einer der ersten, welche diese Eigenschaft der Luft, die eine Folge ihrer Federkraft ist, bemerkten, und von ihm hat dieses Gesetz den Nahmen.

4.

Da eine Luftsäule von 24489 Fuſs so viel wiegt als eine Queksilbersäule von 28 Zoll, so wiegt eine von 874,6 Fuſs so viel wie eine Queksilbersäule von 1 Zoll Höhe.

Wäre der Druck, mit dem die Luft zusammengepreſst ist, 5mal geringer so wäre sie 5mal dünner und also auch 5mal leichter. Die Luftsäule müſste also 5mal so lang seyn, wenn sie eine Queksilbersäule von 1 Zoll das Gleichgewicht halten sollte. Ihre Länge wäre dann 4373 Fuſs.

Auf diese Weise kann man die Länge jeder Luftsäule berechnen, die einer Queksilbersäule von 1 Zoll das Gleichgewicht hält, sobald man ihre Dichtigkeit kennt. Und diese ist bekannt, sobald man das Gewicht kennt, mit dem sie zusammengedrückt ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Folgende Tafel enthält die Länge von 28 Luftsäulen, die alle gleiches Gewicht haben, nemlich das von einer Queksilbersäule von 1 Zoll Höhe.

In der ersten Colonne ist der Druck angegeben, mit dem sie zusammengedrückt werden, die erste mit 28 Zoll, die zweite mit 27 Zoll Queksilber u. s. w. In der zweiten ist der Raum angegeben, den sie einnimmt. Die erste nimmt $\frac{1}{28}$ die zweite $\frac{1}{27}$ ein u. s. w. In der dritten ist diese Länge in Fufs berechnet. In der vierten ist die Summe aller Längen angegeben, wenn man die Luftsäulen addirt. *)

Druck und Dichtigkeit.	Raum.	Länge in Fufsen.	Summe.
28 Z.	$\frac{1}{28}$	874,6	000,0
27	$\frac{1}{27}$	907,0	874,6
26	$\frac{1}{26}$	941,9	1781,6
25	$\frac{1}{25}$	979,5	2723,5
24	$\frac{1}{24}$	1020,4	3703,0
23	$\frac{1}{23}$	1064,7	4723,4
22	$\frac{1}{22}$	1113,1	5788,1
21	$\frac{1}{21}$	1166,1	6901,2
20	$\frac{1}{20}$	1224,4	8067,3
19	$\frac{1}{19}$	1288,9	9291,7

*) Ich setze bey diesen leichten Rechnungen voraus, dafs dem Leser die bequeme Rechnung mit Decimalbrüchen bekannt sey. Sollte dieses nicht seyn, so findet er hiezu eine leichte Anweisung in folgender Schrift: Anfangsgründe der Rechenkunst und Geometrie für Landschulen. Düsseldorf bey Schreiner 1810.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fortsetzung der abgebrochenen Tafel.

Druck und Dichtigkeit	Raum.	Länge in Fufsen.	Summe.
18	$\frac{1}{18}$	1360,5	10580,6
17	$\frac{1}{17}$	1440,5	11941,1
16	$\frac{1}{16}$	1530,5	13381,6
15	$\frac{1}{15}$	1632,6	14912,1
14	$\frac{1}{14}$	1749,2	16544,7
13	$\frac{1}{13}$	1883,8	18293,9
12	$\frac{1}{12}$	2040,7	20177,0
11	$\frac{1}{11}$	2226,3	22217,7
10	$\frac{1}{10}$	2448,9	24444,0
9	$\frac{1}{9}$	2721,0	26892,9
8	$\frac{1}{8}$	3061,1	29613,9
7	$\frac{1}{7}$	3498,4	32675,0
6	$\frac{1}{6}$	4081,5	36173,4
5	$\frac{1}{5}$	4897,8	40254,9
4	$\frac{1}{4}$	6122,2	45152,7
3	$\frac{1}{3}$	8163,0	51274,9
2	$\frac{1}{2}$	12244,5	59437,9
1	$\frac{1}{1}$	24489,0	71682,4

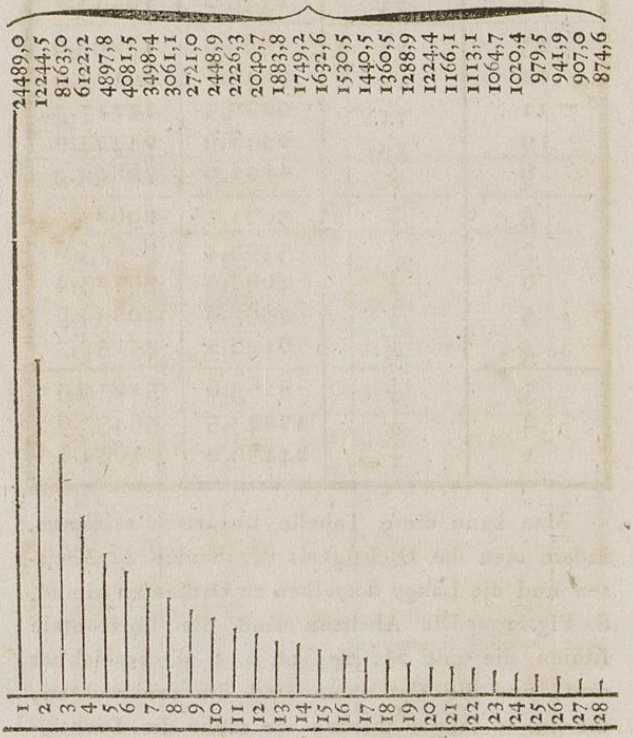
Man kann diese Tabelle linearisch zeichnen, indem man die Dichtigkeit der Säulen zu Abcissen und die Länge derselben zu Ordinaten nimmt. S. Fig. 1. Die Abcissen sind die horizontale Linien die mit 28, 27, 26 u. s. w. bezeichnet sind, und die Ordinaten sind die senkrechten, die um so länger werden, je mehr die Dichtig-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

keit der Luftsäulen abnimmt. Wir wollen hier nur im Vorbeygehen bemerken, dafs die krumme Linie, welche durch die Endpunkte der Ordinaten gelegt wird, eine Hyperbel sey.

Fig. 1.

Länge der Luftsäulen.



6.

Wenn man sich vorstellt, dafs unsere Atmosphäre in 28 solcher Schichten getheilt sey, welche alle das Gewicht von einer Queksilbersäule von 1 Zoll haben, so wird in der untersten das Barometer auf 28 Zoll stehen, weil es hier den Druck von allen 28 Schichten zu tragen hat.

Steigt man mit dem Baromter auf 874,6 Fufs, so wird es bis auf 27 Zoll gesunken seyn, weil jetzt die erste Schicht nicht mehr darauf drücken kann.

Steigt man mit dem Barometer noch 907 Fufs, so wird es bis auf 26 Zoll gesunken seyn, weil jetzt die erste und zweite nicht mehr darauf drücken können.

Man weifs also, wenn man das Quecksilber 2 Zoll sinken sieht, dafs man 874,6 + 907,0 = 1781,6 Fufs gestiegen ist.

Man sieht hieraus, auf welche Weise man von Fallen des Quecksilbers im Barometer auf die Höhe der Berge schliessen kann, auf die man gestiegen ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

7.

Wir haben die Atmosphäre im vorigen Paragraph in 28 Schichten getheilt, deren jede einer Quecksilberhöhe von 1 Zoll das Gleichgewicht hält.

Diese Luftschichten sind aber zu hoch, als dafs wir annehmen dürften, dafs die Luft unten nicht dichter in ihnen sey als oben. Da die Luft sich von unten nach oben stetig und gleichförmig verdünnt, so weicht diese Annahme bedeutend von der Wahrheit ab, und in jeder Schicht wird die Luft unten viel dichter seyn als oben.

Wir wollen also den Schichten eine geringere Höhe geben, weil wir hierdurch diesen Fehler vermindern, und statt die Atmosphäre in 28 Schichten zu theilen, wollen wir sie in 2800 theilen, so dafs jede Schicht einer Quecksilbersäule von $\frac{1}{100}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht hält.

Die erste Schicht ist dann 8,745 Fufs hoch, und wir können ohne merklichen Fehler annehmen, dafs in den ersten 600 Schichten, die Luft oben so dicht ist wie unten. Wie äusserst wenig diese Annahme von der Wahrheit abweicht, werden wir nachher sehen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Druck und Dichtigkeit.	Raum.	Länge in Fufsen.	Summe.
28,00 Z.	$\frac{1}{2800}$	8,746	0,000
27,99	$\frac{1}{2799}$	8,749	8,746
27,98	$\frac{1}{2798}$	8,752	17,495
27,97		8,755	26,247
27,96		8,758	35,002
27,95	$\frac{1}{2795}$	8,762	43,760
27,94		8,765	52,522
27,93		8,768	61,287
27,92		8,771	70,055
27,91		8,774	78,826
27,90	$\frac{1}{2790}$	8,777	87,600
27,89		8,780	96,377
27,88		8,783	105,157
27,87		8,787	113,940
27,86		8,790	122,727
27,85	$\frac{1}{2785}$	8,793	131,517
27,84		8,796	140,310
27,83		8,799	149,106
27,82		8,802	157,905
27,81		8,806	166,707
u. s. w.			

8.

Wenn man diese Tafel fortsetzt bis zu 100 Schichten, oder bis ans Ende des ersten Zolls,

so findet man, dafs die Summe der 100 Luft-Schichten . . . . 890,4 Fufs beträgt.
Vorher fanden wir . 874,6 Fufs für 1 Zoll Fall.

Also Unterschied . . 15,8 Fufs.

Dieser Unterschied rührt von der Annahme her, dafs in einer Luftschicht von 874 Fufs die Luft oben so dicht sey wie unten. Die erste Annahme mit Luftschichten, die 1 Zoll Queksilber das Gleichgewicht halten, hätte also um $\frac{1}{55}$ des Ganzen die Berghöhen zu klein angegeben.

Bey den letzten Luftschichten, die 100mal dünner sind, ist auch der Fehler 100mal kleiner, und man gibt mit ihnen die Berghöhen nur um etwa $\frac{1}{5500}$ des Ganzen zu klein an. Da die unvermeidlichen Fehler beym Höhenmessen mit dem Barometer 10mal grösser sind wie diese, so kommt dieser kleine Fehler der Rechnung in gar keinen Betracht.

Den Gebrauch dieser Tabelle will ich jetzt an ein paar Beyspielen zeigen.

1. Das Barometer stand unten auf 28,00 Zoll, und oben auf 27,89.

Neben 28,00 steht in der Colonne die Summe, = . . . 0,000
Neben 27,89 steht = . . . 96,377

Beydes von einander abgezogen gibt für die Berghöhe . . . . . 96,377 Fufs

2. Steigt man weiter bis das Barometer auf 27,81 gefallen ist, so steht neben dieser Zahl 166,707 als die Anzahl der Fufse, die man von unten gestiegen ist.

3. Will man nun wissen, wie weit man von der zweiten Station bis zur dritten gestiegen ist, so hat man: . . . 166,707 Fufs.

Weniger . . 96,377

Man ist also 70,330 Fufs gestiegen.

Man sieht aus diesen Beyspielen, dafs es völlig einerley ist, ob man unten oder in der Mitte anfängt, zu messen. Man zieht die Zahl, die beym unteren Barometerstande steht, von der ab, die beym oberen steht, der Unterschied zwischen beyden ist der Unterschied der Höhen.

Beysp. Unterer Stand = 27,96 Z. macht 35,002 F.

Oberer = 27,83 Z. macht 149,106

Höhenunterschied = ... 114,104 F.

Die Gründe hievon sieht man leicht ein, wenn man sich erinnert, dafs jede Zahl in der vierten Colonne die Summe aller Schichten ist, die in der dritten angegeben sind.

9.

Soll eine solche Tabelle im Gebrauche bequem seyn, so mufs sie erstens dieselbe Ein-

theilung haben, die das Barometer hat, dann mufs sie zweitens alle mögliche Stände des Queksilbers enthalten, welche man in Deutschland beobachten kann. — Auf den höchsten Bergen in Deutschland sinkt das Queksilber um 4 Zoll, und rechnet man hiezu noch 2 Zoll für die Barometer-Veränderungen an demselben Orte, zwischen dem höchsten und tiefsten Stande, so geben dieses 6 Zoll. Da der mittlere Barometerstand an der See etwas über 28 Zoll ist, so ist der höchste nicht über 29 und der tiefste nicht unter 27 Zoll. Wenn man also den Tafelen einen Umfang von 29 bis 23 Zoll gibt, so reichen sie in allen Fällen hin, auch geht die Eintheilung an den Barometern, die nur für Deutschland bestimmt sind, nicht höher als 29 Zoll und nicht tiefer als 23.

Die folgenden Tafelen sind so berechnet wie das angeführte Beyspiel in §. 7. Beym Abdruck ist aber die zweite und dritte Colonne weggelassen, weil sie nur Raum einnehmen würden, da sie bey der Rechnung doch weiter nicht gebraucht werden.

Auch sind die 3 Decimalstellen beym Abdruck weggelassen, weil es nur nöthig war, sie bey der Rechnung zu kennen, und man ohnehin die Höhe von keinem Berge auf Zoll und Linien angeben kann. — Nur im ersten Zoll hat man eine Decimalstelle beybehalten, da ohnehin Platz in der Tafel war.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Endlich fängt die Tabelle nicht mit 28,00 Zoll an, sondern geht 100 Schichten weiter bis 29,00 Zoll. Die Luft ist dann so dicht, dafs eine Luftschicht von 8,444 Fufs $\frac{1}{100}$ Zoll Queksilber das Gleichgewicht hält.

Uebrigens ist der Gebrauch derselbe, als wenn sie mit 28,00 Zoll anfing, denn die Luftschichten haben immer eine bestimmte Höhe, die vom Drucke abhängt, den sie erleiden, und es gilt gleich, von wo an man anfängt sie zu addiren. Die unter der untersten Station liegen, werden von denen, die unter der obersten liegen, abgezogen, — das, was übrig bleibt, ist die senkrechte Entfernung beyder Stationen von einander. (*Anmerk.* Die Tafeln stehen am Ende des Abschnitts.)

10.

Gewöhnlich kann man die Queksilbersäule nicht genauer als bis auf ein halbes Hunderttheil von Zoll beobachten. Nimmt man dann nachher bey der Rechnung den nächsten Hunderttheil der Tafeln, so irrt man sich höchstens nur 4 oder 5 Fufs in der angegebenen Berghöhe. Dieses ist eine so unbedeutende Kleinigkeit bey Barometermessungen, dafs sie selten in Betracht kommt.

Hat man aber das Barometer mehrmals abgelesen, und glaubt man die Tausendtheile des Zolls,

welche das Mittel angibt, mit in Rechnung nehmen zu müssen, so verfährt man hiebey auf folgende Weise.

Unten steht in jeder Tafel, wie viel Höhen-Unterschied in Fufs $\frac{1}{1000}$ Zoll Queksilber mache.

Steht nun das Queksilber unten 28,705 Zoll, oben 28,014 Zoll, so hat man folgende Rechnung:

28,70 Zoll geben		254,6 Fufs.
$\frac{5}{1000}$ geben (5 mal 0,9)	$=$ $\div$	4,5
		. . . . 250,1 Fufs.
28,01 Zoll geben		850,4 Fufs.
$\frac{4}{1000}$ geben (4 mal 0,9)	$\div$	3,6
		. . . . 846,8 Fufs.

Also Höhen-Unterschied $=$ . . 596,7 Fufs.

Hätte man die Tausendtheile bey beyden weggelassen, so hätte man erhalten:

254,6
850,4

Höhen-Unterschied $=$ 595,8 F. Also Fehler 0,9 F.

Hätte man aber statt 28,705 28,71 genommen,
und statt 28,014 28,01
so hätte man um 8 Fufs gefehlt, weil die Fehler, die aus der Vernachlässigung der Tausendtheile entstehen, sich angehäuft hätten.

Man wird aus diesem angeführten Beyspiele leicht beurtheilen können, in welchen Fällen

man die Tausendtheile des Zolls wegwerfen, und wie man sie wegwerfen kann.

Auch sieht man leicht den Grund ein, warum die Berichtigung wegen der Tausendtheile des Zolls immer abgezogen werden muſs. Je höher das Barometer in der ersten Colonne steht, desto kleiner ist die Anzahl der Fuſse in der zweiten.

II.

Bey der vorigen Rechnung haben wir angenommen, daſs der Wärmegrad der des gefrierenden Wassers gewesen sey, oder daſs der Wärmemesser auf o Grad gestanden habe.

Wir wollen jetzt untersuchen, welchen Einfluſs es auf das Höhenmessen mit dem Barometer hat, wenn die Luft wärmer oder kälter ist.

Eine Luftsäule von 200 Zoll dehnt sich um 1, 2, 3 .... Zoll aus, wenn der Wärmemesser um 1, 2, 3 Grade steigt, und wird also specifisch leichter. Wenn also eine Luftsäule, die einer Queksilbersäule von 1 Zoll das Gleichgewicht hält, 1000 Fuſs lang ist, so wird sie, wenn der Wärmemesser um 1 Grad steigt, um $\frac{1}{200}$ ihrer Länge, oder um 5 Fuſs länger.

Man muſs also statt 1000 Fuſs 1005 Fuſs steigen, wenn das Queksilber einen Zoll fallen soll.

12.

Aber das Queksilber dehnt sich bey der Wärme auch aus, und wird also ebenfalls specifisch leichter, nur lange nicht so viel als die Luft.

Eine Queksilbersäule von 4330 Zoll dehnt sich um 1, 2, 3 . . . . Zoll aus, wenn der Wärmemesser um 1, 2, 3 Grade steigt. (Unter allen Metallen dehnt sich das Queksilber am stärksten aus. Das Messing dehnt sich bey jedem Wärmegrade auf eine Länge von 18000 Zoll nur einen, und das Eisen auf einer Länge von 72000 Zoll nur einen aus.)

13.

Man sieht, dafs es bey der Ausdehnung von Luft und Queksilber blos auf den *Unterschied* ankommt, der zwischen beyden statt findet, — dehnten sich beyde gleich stark aus, so würden beyde auf gleiche Weise bey zunehmender Wärme leichter, und das oben angegebene Verhältnifs zwischen ihren specifischen Gewichten (10494 zu 1) blieb dasselbe. Der Unterschied zwischen der Ausdehnung der Luft und der des Queksilbers ist $\frac{1}{200} - \frac{1}{4330}$

oder $\frac{4330}{866000} - \frac{200}{866000}$

dieses ist $\frac{4130}{866000}$ oder in einen Decimalbruch verwandelt 0,00477.

Wenn also die Luft 1 Grad wärmer ist, dann mufs man die gefundene Länge der Luftsäule um 0,00477 vermehren.

Ist sie zwei Grade wärmer, so mufs man sie um 0,00954 verlängeren u. s. w.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Damit man nicht nöthig habe, dieses jedesmal für jeden Grad zu berechnen, so ist folgendes Täfelchen berechnet, in welchem man bey jedem gegebenen Wärmegrade unmittelbar die Zahl findet, um die man die Luftsäule verlängeren mufs.

Da man nur ungefähr bis auf $\frac{1}{5}$ Grad genau am Wärmemesser beobachten kann, so ist die Tafel von $\frac{2}{10}$ zu $\frac{2}{10}$ Grad berechnet.

Da es in Deutschland selten wärmer als + 25 Grad ist, so ist die Tafel auch nicht weiter berechnet als bis 25 Grad.

Wärme-Grade.	Verlängerung.	Wärme-Grade.	Verlängerung.
0,0	0,00000	3,0	0,01431
0,2	00095	3,2	01526
0,4	00191	3,4	01622
0,6	00286	3,6	01717
0,8	00382	3,8	01813
1,0	0,00477	4,0	0,01908
1,2	00572	4,2	02003
1,4	00668	4,4	02099
1,6	00763	4,6	02194
1,8	00859	4,8	02290
2,0	0,00954	5,0	0,02385
2,2	01049	5,2	02480
2,4	01145	5,4	02576
2,6	01240	5,6	02671
2,8	01336	5,8	02767

Fortsetzung der abgebrochenen Tafel.

Wärme-Grade.	Verlänge-rung.	Wärme-Grade.	Verlänge-rung.
6,0	0,02862	11,0	0,05247
6,2	02957	11,2	05342
6,4	03053	11,4	05438
6,6	03148	11,6	05533
6,8	03244	11,8	05629
7,0	0,03339	12,0	0,05724
7,2	03434	12,2	05819
7,4	03530	12,4	05915
7,6	03625	12,6	06010
7,8	03721	12,8	06106
8,0	0,03816	13,0	0,06201
8,2	03911	13,2	06296
8,4	04007	13,4	06392
8,6	04102	13,6	06487
8,8	04198	13,8	06583
9,0	0,04293	14,0	0,06678
9,2	04388	14,2	06773
9,4	04484	14,4	06869
9,6	04579	14,6	06964
9,8	04675	14,8	07060
10,0	0,04770	15,0	0,07155
10,2	04865	15,2	07250
10,4	04961	15,4	07346
10,6	05056	15,6	07441
10,8	05152	15,8	07537

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fortsetzung der abgebrochenen Tafel.

Wärme-Grade.	Verlänge-rung	Wärme-Grade.	Verlänge-rung.
16,0	0,07632	21,0	0,10017
16,2	07727	21,2	10112
16,4	07823	21,4	10208
16,6	07918	21,6	10303
16,8	08014	21,8	10399
17,0	0,08109	22,0	0,10494
17,2	08204	22,2	10589
17,4	08300	22,4	10685
17,6	08395	22,6	10780
17,8	08491	22,8	10876
18,0	0,08586	23,0	0,10971
18,2	08681	23,2	11066
18,4	08777	23,4	11162
18,6	08872	23,6	11257
18,8	08968	23,8	11353
19,0	0,09063	24,0	0,11448
19,2	09158	24,2	11543
19,4	09254	24,4	11639
19,6	09349	24,6	11734
19,8	09445	24,5	11830
20,0	0,09540	25,0	0,11925
20,2	09635	25,2	12020
20,4	09731	25,4	12116
20,6	09826	25,6	12211
20,8	09922	25,8	12307

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bey dem Gebrauche dieser Tafel mufs man auch bemerken, ob der Wärmemesser über oder unter dem Gefrierpunkte stand. In ersterem Falle wird die Luftsäule länger, und im zweiten kürzer. Man mufs daher in ersterem Falle das gefundene Resultat zu der Länge addiren und in letzterem davon abziehen.

Beyspiel. Unten stand das Barometer
= 28,40 Zoll = 511,9 Fufs.
Oben stand es = 27,11 Zoll = 1650,0

Unterschied = 1138,1

Der Wärmemesser stand
über dem Gefrierpunkte 21.°
Die Tafel gibt Verlängerung 0,10017

Beydes multipl. gibt eine
Verlängerung von 114 Fufs.

Diese 114 Fufs müssen zu der gefundenen Länge von 1138 addirt werden, weil der Wärmemesser über dem Gefrierpunkte stand. Hätte er 21 Grad drunter gestanden, so hätte man sie von ihm abziehen müssen.

Das Barometer war also oben 1252 Fufs höher als unten.

14.

Gewöhnlich ist es der Fall, dafs es unten wärmer ist als oben. Man nimmt dann aus bey-

den Wärmegraden das Mittel und sucht für dieses die Verlängerung in der Tafel. Wenn z. B. die obere Wärme der Luft 20° die untere 22° war, so ist die mittlere 21 Grad und für diese sucht man die Verlängerung der Luftsäule, so wie im vorigen Beyspiele. Denn eine Luftsäule, die oben 20° und unten 22° warm ist, und eben so stark drückt wie eine andere, die durchaus 21° warm ist, ist auch eben so lang wie diese, und man kann eine für die andere nehmen.

15.

Da alles Höhenmessen mit dem Barometer ein Abwiegen vom Druck der Luft gegen den Druck des Queksilbers ist, bey dem man aus der Länge der Queksilbersäule auf die Länge der Luftsäule schliefst, die ihr das Gleichgewicht hält, so mufs dieses bey gleichen Wärmegraden geschehen. Das heifst: die Queksilbersäule mufs dieselbe mittlere Temperatur haben, die die Luftsäule hat, der sie das Gleichgewicht hält.

Man mufs daher zwey Wärmemesser haben, — einer im Freien, welcher die Wärme der Luft angibt, und der andere am Barometer, welcher die Wärme des Queksilbers angibt. — Hängt das Barometer an beyden Orten, so, dafs das Queksilber die mittlere Wärme der Luftsäule hat, z. B. 21 Grad, so bedarf es weiter keiner Berichtigung. Denn wenn man den oberen Stand vom unteren Stande abzieht, so bleibt eine Queksilbersäule übrig, z. B. von 1 Zoll, welche auch 21

Grad Wärme hat, und die also der Luftsäule, deren mittlere Wärme auch 21 Grad ist, das Gleichgewicht bey gleicher Temperatur hält, welches die Bedingung der Aufgabe ist.

Es wird indefs selten der Fall seyn, dafs man das Barometer so hängen hat, dafs seine Wärme die mittlere Wärme der Luftsäule ist. In diesem Falle mufs man mit Hülfe folgender Tafel eine Berichtigung an der Länge der Queksilbersäule anbringen. Gesetzt, das Barometer habe oben 26 Zoll gestanden, seine Wärme sey 18 Grad gewesen, die mittlere Wärme der ganzen Luftsäule sey 21°, also 3 Grad Unterschied. Für 3 Grad Wärme Unterschied und 26 Zoll gibt die Tafel Berichtigung 0,018 Zoll, welche man zur gemessenen Länge addirt. Denn so lang würde die Queksilbersäule gewesen seyn, wenn sie 21 Grad warm gewesen. — War an der unteren Station die Wärme des Queksilbers 23 Grad, also 2 Grad von der mittleren Luftwärme verschieden, und der Barometerstand 28 Zoll, so gibt die Tafel 0,013 Zoll Berichtigung, welche abgezogen werden mufs, da das Queksilber kälter und folglich kürzer werden mufs.

Es war für die Genauigkeit hinreichend, die Tafel von 2 zu 2 Zoll und von halben zu halben Graden zu berechnen. — Auch kann man, wenn der Unterschied zwischen der mittleren Wärme der Luft und der des Queksilbers sehr klein ist, diese Correktion als unbedeutend vernachlässigen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	28 Zoll.	26 Zoll.	24 Zoll.
Wärme-unterschied.	Berichti-gung.	Berichti-gung.	Berichti-gung.
0,5 G.	0,003 Z.	0,003 Z.	0,003 Z.
1,0	0,006	0,006	0,005
1,5	0,010	0,009	0,008
2,0	0,013	0,012	0,011
2,5	0,016	0,015	0,014
3,0	0,019	0,018	0,017
3,5	0,022	0,021	0,020
4,0	0,026	0,024	0,022
4,5	0,029	0,027	0,025
5,0	0,032	0,030	0,028
5,5	0,036	0,033	0,030
6,0	0,039	0,036	0,033
6,5	0,042	0,039	0,036
7,0	0,046	0,042	0,038
7,5	0.049	0,045	0,041
8,0	0,052	0,048	0,044
8,5	0,055	0,051	0,047
9,0	0,058	0,054	0,050
9.5	0,061	0,057	0,053
10,0	0,065	0,060	0,055
10,5	0,068	0,063	0,058
11,0	0,071	0,066	0,061
11,5	0,074	0,069	0,064

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fortsetzung der abgebrochenen Tafel.

	28 Zoll.	26 Zoll.	24 Zoll.
Wärme-unterschied.	Berichti-gung.	Berichti-gung.	Berichti-gung.
12,0	0,077	0,072	0,067
12,5	0,080	0,075	0,070
13,0	0,084	0,078	0,072
13,5	0,087	0,081	0,075
14,0	0,091	0,084	0,077
14,5	0,093	0,087	0,080
15,0	0,097	0,090	0,083

Wenn man das Barometer in ein geheitztes Zimmer hängt, so hat dieses nur in so fern auf seinen Stand Einfluſs, in wie fern die Queksilbersäule durch die Wärme verlängert wird. Denn obschon die Luft im Zimmer durch die Wärme ausgedehnt und folglich dünner ist als die Luft draufsen, so übt sie doch einen eben so starken Druck aus, weil sie mit dieser im Gleichgewicht ist, denn kein Zimmer ist luftdicht verschlossen, und wenn die Luft draussen dichter oder dünner ist, so stellt sie sich doch gleich durch die Ritzen der Thüren und der Fenster wieder ins Gleichgewicht, und der Druck, den sie auf das Barometer ausübt, ist derselbe, dieses mag nun im Zimmer oder draufsen hangen.

Wir wollen jetzt die Berechnung der Höhen aus der Länge der Queksilbersäule an ein paar Beyspielen zeigen, und sie zugleich mit andern Messungen vergleichen.

1. Beyspiel. Den 20. Sept. 1802 mafs ich auf dem Hamburger grofsen Michaelisthurme folgende Queksilberhöhen mit einem englischen Barometer, welche der bequemen Rechnung wegen gleich in Pariser Zoll verwandelt sind.

Unten stand das Barometer 28,351 paris. Zoll.
Oben stand es . . . . 27,995 - - - - -
Der Wärmemesser stand im Mittel 13 Grad Reaumur über Null.

Die Tafeln geben für 28,35 Zoll 555,0 F.
Für 0,001 wird abgezogen 0,9

. . . . . 554,1 Fufs.

Die Tafeln geben für 27,99 Zoll 867,9
Für 0,005 wird abgezogen 0,4

. . . . . 867,5 Fufs.

Höhenunterschied = 313,4 Fufs.

Da aber der Wärmemesser auf 13 Grad stand, so mufs man diese Zahl noch mit 0,062 multipliciren, um die Verlängerung der Luftsäule zu finden. (S. die Tafel in Paragraph 13.)

Dieses gibt Verlängerung durch die Wärme
19,3 Fufs.
+ 313,4

Wahrer Höhenunterschied 332,7 Fufs.

Dieselbe Höhe hatte ich mehrmals mit der Schnur und mit Pendelschwingungen gemessen, und sie zu 330,5 Fufs gefunden. — Der Unterschied ist nur 2 Fufs. Dafs er so klein ist, ist Zufall, und rührt wahrscheinlich daher, dafs sich die kleinen Fehler im Beobachten gegeneinander aufgehoben haben. Ein anderer Beobachter kann eben so genau und vielleicht genauer beobachten, und doch eine gröfsere Abweichung finden.

2. *Beyspiel.* Den 12. Octob. 1809 beobachtete ich den Stand des Heber-Barometers auf dem Drachenfelsen zu 27,282 p. Zoll.

Der Wärmemesser stand + 4°,5 R.

Zu gleicher Zeit wurde zu Königswinter der Stand des correspondirenden Gefäfs-Barometers zu 28,183 Zoll beobachtet. Der Wärmemesser stand + 7 Grad R. Das Mittel aus beyden Wärme-Angaben ist 5,8 Grad.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Tafeln geben für 28,18 Zoll
702,3 F.
Und für 0,003 Zoll wird abgez. 2,7

. . . 699,6 Fuſs.

Die Tafeln geben für 27,28 Zoll
1497,0 F.
Und für 0,002 Zoll 1,8

. . . . . 1495,2 Fuſs.

Höhenunterschied = 795,6

Weil aber die mittlere Wärme der Luftsäule 5,8 Grad betrug, so muſs sie noch um 0,02767 verlängert werden. Dieses beträgt 22 Fuſs. Die wahre Höhe des Berges war also 817,8 Pariser Fuſs.

Den folgenden Tag lieſs ich die Höhe des Berges mit dem Gefäſs-Barometer messen, beyde Angaben wichen nur 8 Fuſs von einander ab.

3. *Beyspiel.* Herr *de Luc* maſs den 30. May 1756 des Morgens um 11 Uhr auf dem Berge Saleve bey Genf folgende Barometer-Höhen.

Unten stand das Barom. 27,323 Zoll. Oben 24,297 Zol.. Die mittlere Wärme der Luftsäule war 5 Grad R.

Die Tafeln geben für 24,29 Zoll
4339,2 F.
Und für 0,007 wird abgezogen 7,0

Bleibt . . . . . 4332,2 Fuſs.

Die Tafeln geben für 27,32 Zoll
1461,1 F.
Und für 0,003 wird abgezogen 2,7

. . . . . 1463,8 Fuſs.

Höhenunterschied = 2868,4

Da die mittlere Wärme der Luftsäule 5 Grad war, so muſs sie noch um 0,02385 verlängert werden. Dieses macht 68,4 Fuſs.

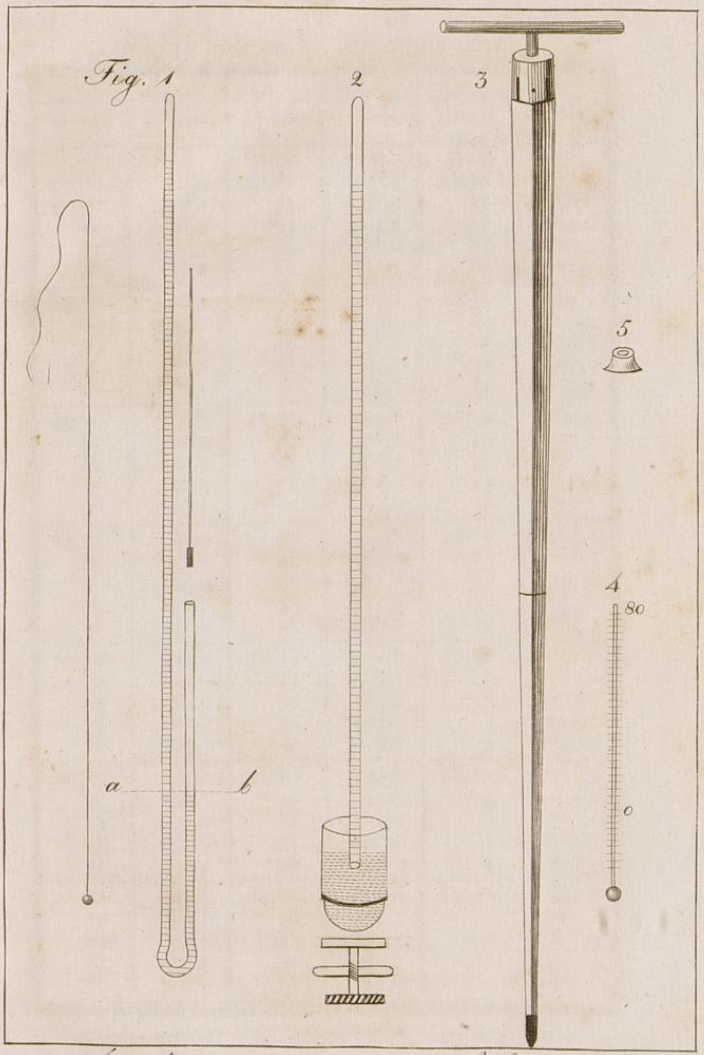
Die wahre Höhe war also 2936,8 Fuſs.

Herr *de Luc* hatte sie durch
Nivelliren zu . . . . . 2926,6 Fuſs gefund.

Also Unterschied 10,2 Fuſs.

Herr *de Luc* seine Thermometer hatten die mittlere Wärme zu 8 Grad angegeben; da er sie aber in die Sonne hing, so kann man annehmen, daſs sie 3 Grad höher standen, als wenn sie im Schatten gewesen. Ich habe deswegen bey der vorigen Rechnung die mittlere Wärme der Luftsäule zu 5 Grad angenommen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Instrumente zum Höhenmessen.

Tafel von 29,00 bis 28,00 Zoll.

Fallen d. Queks.	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*
Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.
29,00	0,0	28,65	297,3	28,30	598,2
28,99	8,4	64	305,9	29	606,9
98	16,9	63	314,4	28	615,6
97	25,3	62	323,0	27	624,2
96	33,8	61	331,5	26	632,9
28,95	42,2	28,60	340,1	28,25	641,6
94	50,7	59	348,6	24	650,2
93	59,2	58	357,2	23	658,9
92	67,6	57	365,8	22	667,6
91	76,1	56	374,3	21	676,2
28,90	84,6	28,55	382,9	28,20	684,9
89	93,0	54	391,5	19	693,6
88	101,5	53	400,1	18	702,3
87	110,0	52	408,7	17	711,0
86	118,5	51	417,2	16	719,7
28,85	127,0	28,50	425,8	28,15	728,4
84	135,5	49	434,4	14	737,1
83	144,0	48	443,0	13	745,8
82	152,5	47	451,6	12	754,5
81	161,0	46	460,2	11	763,2
28,80	169,5	28,45	468,8	28,10	771,9
79	178,0	44	477,4	9	780,6
78	186,5	43	486,0	8	789,3
77	195,0	42	494,7	7	798,1
76	203,5	41	503,3	6	806,8
28,75	212,0	28,40	511,9	28,05	815,5
74	220,5	39	520,5	4	824,2
73	229,0	38	529,1	3	833,0
72	237,6	37	537,8	2	841,7
71	246,1	36	546,4	1	850,4
28,70	254,6	28,35	555,0	28,00	859,2
69	263,1	34	563,7		
68	271,7	33	572,3		
67	280,2	32	580,9		
66	288,8	31	589,6		

Unterschied für 0,001 *Zoll* = 0,9 *Fufs.*

Tafel von 28,00 *bis* 27,00 *Zoll.*

Fallen d. Queks.	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*
Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.
28,00	859	27,65	1167	27,30	1479
27,99	868	64	1176	29	1488
98	877	63	1185	28	1497
97	885	62	1194	27	1506
96	894	61	1203	26	1515
27,95	903	27,60	1211	27,25	1524
94	912	59	1220	24	1533
93	920	58	1229	23	1542
92	929	57	1238	22	1551
91	938	56	1247	21	1560
27,90	947	27,55	1256	27,20	1569
89	956	54	1265	19	1578
88	964	53	1274	18	1587
87	973	52	1283	17	1596
86	982	51	1291	16	1605
27,85	991	27,50	1300	27,15	1614
84	999	49	1309	14	1623
83	1008	48	1318	13	1632
82	1017	47	1327	12	1641
81	1026	46	1336	11	1650
27,80	1035	27,45	1345	27,10	1659
79	1044	44	1354	9	1668
78	1052	43	1363	8	1677
77	1061	42	1372	7	1686
76	1070	41	1381	6	1695
27,75	1079	27,40	1390	27,05	1704
74	1088	39	1398	4	1713
73	1096	38	1407	3	1722
72	1105	37	1416	2	1731
71	1114	36	1425	1	1741
27,70	1123	27,35	1434	27,00	1750
69	1132	34	1443		
68	1141	33	1452		
67	1150	32	1461		
66	1158	31	1470		

Unterschied für 0,001 *Zoll* = 0,9 *Fufs.*

Tafel von 27,00 bis 26,00 Zoll.

Fallen d. Queks.	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*
Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.
27,00	1750	26,65	2069	26,30	2392
26,99	1759	64	2078	29	2402
98	1768	63	2087	28	2411
97	1777	62	2097	27	2421
96	1786	61	2106	26	2430
26,95	1795	26,60	2115	26,25	2439
94	1804	59	2124	24	2449
93	1813	58	2133	23	2458
92	1822	57	2143	22	2467
91	1831	56	2152	21	2477
26,90	1840	26,55	2161	26,20	2486
89	1850	54	2170	19	2495
88	1859	53	2180	18	2505
87	1868	52	2189	17	2514
86	1877	51	2198	16	2523
26,85	1886	26,50	2207	26,15	2533
84	1895	49	2216	14	2542
83	1904	48	2226	13	2551
81	1913	47	2235	12	2561
81	1922	46	2244	11	2570
26,80	1932	26,45	2253	26,10	2580
79	1941	44	2263	9	2589
78	1950	43	2272	8	2598
77	1959	42	2281	7	2608
76	1968	41	2291	6	2617
26,75	1977	26,40	2300	26,05	2627
74	1987	39	2309	4	2636
73	1996	38	2318	3	2645
72	2005	37	2328	2	2655
71	2014	36	2337	1	2664
26,70	2023	26,35	2346	26,00	2674
69	2032	34	2356		
68	2041	33	2365		
67	2051	32	2374		
66	2060	31	2383		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,9 Fufs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tafel von 26,00 bis 25,00 Zoll.

Fallen d. Queks.	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*
Zoll.	Fuſs.	Zoll.	Fuſs.	Zoll.	Fuſs.
26,00	2674	25,65	3005	25,30	3342
25,99	2683	64	3015	29	3351
98	2692	63	3025	28	3361
97	2702	62	3034	27	3371
96	2711	61	3044	26	3381
25,95	2721	25,60	3053	25,25	3390
94	2730	59	3063	24	3400
93	2740	58	3072	23	3410
92	2749	57	3082	22	3419
91	2759	56	3091	21	3429
25,90	2768	25,55	3101	25,20	3439
89	2777	54	3111	19	3448
88	2787	53	3120	18	3458
87	2796	52	3130	17	3468
86	2806	51	3139	16	3478
25,85	2815	25,50	3149	25,15	3487
84	2825	49	3159	14	3497
83	2834	48	3168	13	3507
82	2844	47	3178	12	3517
81	2853	46	3187	11	3526
25,80	2863	25,45	3197	25,10	3536
79	2872	44	3207	9	3546
78	2882	43	3216	8	3556
77	2891	42	3226	7	3565
76	2901	41	3236	6	8575
25,75	2910	25,40	3245	25,05	3585
74	2920	39	3255	4	3595
73	2929	38	3264	3	3604
72	2939	37	3274	2	3614
71	2948	36	3284	1	3624
25,70	2958	25,35	3293	25,00	3634
69	2967	34	3303		
68	2977	33	3313		
67	2986	32	3322		
66	2996	31	3332		

Unterschied für 0,001 *Zoll* = 1 *Fuſs.*

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tafel von 25,00 bis 24,00 Zoll.

Fallen d. Queks.	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*
Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.
25,00	3634	24,65	3979	24,30	4329
24,99	3644	64	3989	29	4339
98	3653	63	3999	28	4349
97	3663	62	4009	27	4359
96	3673	61	4019	26	4369
24,95	3683	24,60	4029	24,25	4380
94	3693	59	4039	24	4390
93	3702	58	4049	23	4400
92	3712	57	4059	22	4410
91	3722	56	4069	21	4420
24,90	3732	24,55	4079	24,20	4430
89	3742	54	4089	19	4440
88	3752	53	4099	18	4450
87	3761	52	4108	17	4460
86	3771	51	4118	16	4471
25,85	3781	24,50	4128	25,15	4481
84	3791	49	4138	14	4491
83	3801	48	4148	13	4501
82	3811	47	4158	12	4511
81	3821	46	4168	11	4521
24,80	3830	24,45	4178	24,10	4531
79	3840	44	4188	9	4542
78	3850	43	4199	8	4552
77	3860	42	4209	7	4562
76	3870	41	4219	6	4572
24,75	3880	24,40	4229	24,05	4582
74	3890	39	4239	4	4592
73	3900	38	4249	3	4603
72	3910	37	4259	2	4613
71	3920	36	4269	1	4623
24,70	3929	24,35	4279	24,00	4633
69	3936	34	4289		
68	3949	33	4299		
67	3959	32	4309		
66	3969	31	4319		

Unterschied für 0,001 Zoll = 1 Fufs.

5.

Tafel von 24,00 bis 23,00 Zoll.

Fallen d. Queks	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*	*Fallen d. Queks.*	*Steigen d. Beob.*
Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.
24,00	4633	23,65	4993	23,30	5358
23,99	4644	64	5003	29	5368
98	4654	63	5014	28	5379
97	4664	62	5024	27	5389
96	4674	61	5034	26	5400
23,95	4684	23,60	5045	23,25	5411
94	4695	59	5055	24	5421
93	4705	58	5066	23	5432
92	4715	57	5076	22	5442
91	4725	56	5086	21	5453
23,90	4736	23,55	5097	23,20	5463
89	4746	54	5107	19	5474
88	4756	53	5118	18	5484
87	4766	52	5128	17	5495
86	4777	51	5138	16	5505
23,85	4787	23,50	5149	23,15	5516
84	4797	49	5159	14	5527
83	4807	48	5170	13	5537
82	4818	47	5180	12	5548
81	4828	46	5190	11	5558
23,80	4838	23,45	5201	23,10	5569
79	4848	44	5211	9	5580
78	4859	43	5222	8	5590
77	4869	42	5232	7	5601
76	4879	41	5243	6	5611
23,75	4890	23,40	5253	23,05	5622
74	4900	39	5264	4	5633
73	4910	38	5274	3	5643
72	4921	37	5285	2	5654
71	4931	36	5295	1	5665
25,60	4941	23,35	5306	23,00	5675
59	4952	34	5316		
58	4962	33	5326		
57	4972	32	5337		
56	4983	31	5347		

Unterschied für 0,001 *Zoll* = 1 *Fufs.*

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

2ter Abschnitt.

Berechnung der Barometermessungen mit Hülfe der Logarithmen.

1.

Im vorigen Abschnitte haben wir die Berechnung der Berghöhen mit Hülfe von Luftschichten kennen gelernt, deren jede einer Queksilbersäule von $\frac{1}{100}$ Zoll das Gleichgewicht hält.

In diesem wollen wir sehen, wie man dieselbe Rechnung mit Logarithmen anstellen kann; denn wenn auch hiedurch eben keine gröfsere Genauigkeit in der Berechnung der Berghöhen erhalten wird, so mufs man doch eine Methode

kennen, die fast von allen Schriftstellern gebraucht worden, die über das Höhenmessen geschrieben haben.

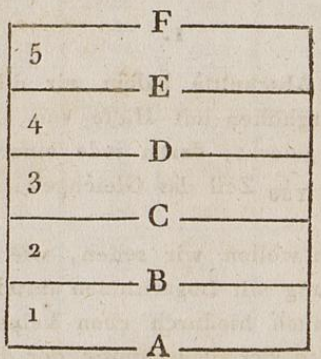
Diese Methode beruht auf folgendem

Lehrsatz.

Der Druck der Luft nimmt von unten nach oben in einer geometrischen Reihe ab, wenn man in ihr nach einer arithmetischen steigt.

Beweis.

Fig. 2.



1. Man theile die Atmosphäre in gleich hohe Schichten, wie in der vorigen Figur, so verhält sich offenbar die Schwere jeder Schicht wie ihre Dichtigkeit, weil alle Schichten gleich hoch sind.

Ihre Dichtigkeit aber verhält sich nach dem *Mariottischen* Gesetze, wie der Druck, mit dem sie zusammengedrükt werden.

Da ferner der Druck von unten nach oben abnimmt, weil immer weniger Schichten drücken, so wird die Dichtigkeit und die Schwere der Schichten ebenfalls von unten nach oben abnehmen, und zwar in demselben Verhältnisse wie der Druck abnimmt.

2. Dafs der Druck aber in einem geometrischen Verhältnisse abnimmt, kann auf folgende Weise bewiesen werden:

Man nenne den ganzen Druck der Atmosphäre A
Den auf die unterste Schicht nenne man B
Den auf die folgende - - - - - - - - C
Den auf die folgende - - - - - - - - D
Den auf die folgende - - - - - - - - E
Den auf die folgende - - - - - - - - F

u. s. w.

Den Druck, den jede Schicht auf die unteren ausübt, ist gleich dem Druck der ganzen

Luftsäule, weniger dem Drucke der Säule, die auf dieser Schicht steht.

So ist der Druck der untersten oder ersten Schicht - - - - - - - - - - - = A — B
Der Druck der zweiten - - - = B — C
Der Druck der dritten - - - = C — D
Der Druck der vierten - - - = D — E
Der Druck der fünften - - - = E — F
u. s. w.

3. Da sich nun der Druck, den jede Schicht ausübt, verhält wie ihre Schwere; — und diese wie ihre Dichtigkeit; — und diese wie der Druck, den sie trägt, so verhält sich der Druck, den jede Schicht ausübt, wie der Druck, den sie trägt.

Daher verhält sich der Druck der ersten Schicht - - - - - - - - - - - - A — B
Zu dem Drucke, den die erste Schichte trägt, also zu - - - - - - - - - - B
Wie der Druck der zweiten Schicht B — C
Zu dem Druck, den die zweite Schicht trägt, also zu - - - - - - - - - - C
Also A — B : B = B — C : C

Aus demselben Grunde verhält sich der Druck der zweiten Schicht - - B — C

Zu dem Druck, den die zweite Schicht trägt, also zu - - - - - - - - - - - C

Wie der Druck der dritten Schicht C — D

Zu dem Drucke, den die dritte Schicht trägt, also zu - - - - - - - - - - - D

Also B — C : C = C — D : D

Aus demselben Grunde ist C — D : D = D — E : E. u. s. w.

4. Wenn man in einer geometrischen Gleichung die ersten und zweiten Glieder zusammen addirt, so erhält man eine neue geometrische Gleichung.

Also A — B + B : B = B — C + C : C

Und da in dieser sich + und — B so wie auch + u. — C gegeneinander aufheben, so hat man folgende: A : B = B : C

Da sich alle vorigen Gleichungen auf dieselbe Weise verwandelen lassen, so hat man:

A : B = B : C
B : C = C : D
C : D = E : F

Diese Verhältnisse bilden aber eine geometrische Reihe. Nemlich:

A : B = B : C = C : D = D : E = E : F u. s. w.

Der Druck der Atmosphäre nimmt also nach einer geometrischen Reihe ab, indem sich die Anzahl der Schichten nach der arithmetischen Reihe 1, 2, 3, 4 vermindert, welches sollte erwiesen werden.

2.

Aus dem vorigen Lehrsatze folgt nun unmittelbar, dafs der Druck der Luft von oben nach unten in einer geometrischen Reihe wächst, indefs die Anzahl der Schichten in einer arithmetischen zunimmt.

Da beyde Reihen auf dieselbe Weise nebeneinander fortlaufen, so sind die letzteren die Verhältnifszähler oder die Logarithmen der ersteren.

Auf diese Weise werden wir hier auf die Logarithmen geführt, die aber hier nicht so gebraucht werden, wie in den gewöhnlichen Rechnungen, um das Multipliciren in ein Addiren und das Dividiren in ein Subtrahiren zu verwandeln, sondern man gebraucht sie als eine Tabelle, aus der man die Elemente zu Regula de Tri Sätzen entlehnt.

3.

Der Druck wächst also in einer geometrischen Reihe mit dem arithmetischen Anwachsen der Schichten.

Da ein Barometer, welches von oben nach unten durch die Atmosphäre niedersteigt, in je-

der Schicht den Druck angibt, den alle oberen auf das Queksilber ausüben, so wird dieses auch in einem geometrischen Verhältnisse steigen. Es wird, wenn es an der Oberfläche des Meeres ankommt, z. B. auf 28 Zoll stehen, und diese 28 Zoll sind die Summe des Drucks, den alle Schichten auf dasselbe ausüben.

Da wir in unseren Logarithmentafelen eine arithmetische und eine geometrische Reihe schon vollständig berechnet finden, so haben wir das Steigen des Barometers nur hiemit in Verbindung zu setzen, da beyde daselbe Gesetz befolgen, und wir werden hiedurch eine Rechnung erhalten, die eben so genau als leicht ist.

Wir haben zweierley Logarithmentafelen, die *Briggischen* und die *Wolframschen*. Bey den ersteren ist die Grundzahl 10 angenommen, weil diese bey Rechnungen nach dem Decimalsystem die meiste Bequemlichkeit darbietet. Bey den *Wolframschen* Logarithmen ist die Grundzahl 2,71828..... so gewählt, dafs der Model gerade 1 ist. Diese Logarithmen heifsen auch die *natürlichen* oder auch die *hyperbolischen*.

Wolfram hat sie bis auf 48 Stellen berechnet, und er verdiente es vielleicht wohl eben so wie *Briggs*, dafs man sie nach ihm nennte.

Welche von beyden Logarithmentafelen wir bey unseren Rechnungen gebrauchen wollen gilt gleich; indefs bieten uns die letzteren eine gröfsere Einfachheit des Ausdrucks dar, und wir wollen daher diese gebrauchen.

Damit man nicht nöthig habe die Logarithmentafeln bey sich zu führen, so habe ich die Logarithmen, welche bey diesen Rechnungen vorkommen, am Ende abdrucken lassen. Sie gehen von 1300 bis 2900 und nehmen nur einen Bogen ein. Sie haben alle die Kennziefer 7, welche aber, da sie nicht gebraucht wird, zur Ersparung des Raums weggelassen ist.

4.

Wenn das Barometer auf 28,00 Zoll steht, so fällt es um $\frac{1}{100}$ Zoll, wenn man um 8,746 Fufs in die Höhe steigt.

Gesetzt, das Fallen des Queksilbers im Barometer befolgte dasselbe Gesetz wie das in die Höhesteigen des Beobachters, so hätte man, um z. B. zu finden, wie hoch man gestiegen wäre, wenn das Queksilber bis auf 25 Zoll gefallen wäre, folgenden Regula de Tri Satz.

28,00 — 27,99 Z. Fall thun 8,746 Fufs, wie viel thun 28,00 — 25,00 Zoll? Antwort: 2523,8 Fufs.

Aber das in die Höhe steigen ist eine arithmetische Reihe, und das Fallen des Queksilbers ist eine geometrische Reihe. Man nimmt daher statt der beobachteten Barometerstände ihre Logarithmen aus der nebenstehenden arithmetischen Reihe, um das arithmetische in die Höhesteigen des Beobachters nach der Regel vom Dreyen zu berechnen.

Also: Log. 28,00 — log 27,99 thun 8,746 F., wie viel thun log 28,00 — log 25,00? —

Da der Log. von 28,00 = 937374 ist,
und der von 27,99 = 937017

so ist ihr Unterschied = 000357

Da der Loger von 28,00 = 937374
und der von 25,00 = 824045 ist,

so ist ihr Unterschied = 113329

Man hat demnach folgenden de Tri Satz.

0,000357 thun 8,746 Fuſs, wie viel thun 0,113329? Antwort: 2775 Fuſs.

Ob man sich verrechnet habe, kann man leicht mit Hülfe der im vorigen Abschnitte berechneten Tafelen untersuchen.

Für 25,00 Zoll geben sie 3634 Fuſs Höhe.
Für 28,00 Zoll geben sie 859 Fuſs.

Also Höhenunterschied = 2775 Fuſs, so wie wir eben gefunden haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5.

Aus dem vorigen Paragraph sieht man, dafs die Berechnung der Berghöhen mit Hülfe der Logarithmen auf einem einfachen Regula de Tri Satze beruht, wozu man die Elemente aus den Logarithmen-Tafeln nimmt.

Das erste Glied fanden wir 0,000357. Hätten wir acht Decimalstellen statt sechs in den Logar. genommen, so hätten wir die Differenz zwischen 28,00 und 27,99 zu 0,00035714 gefunden. Dividirt man mit dieser die Zahl 8,745 Fufs, so erhält man 24489 Fufs.

Da im vorigen Regula de Trie Satze die erste und zweite Zahl in allen Beispielen vorkommen, und also beständig sind, so ist es auch die Zahl 24489 und man kürzt also die Rechnung bedeutend ab, wenn man den Satz so ausdrücks:

1 thut 24489 Fufs, wie viel thun 0,113329?

Man hat dann bey der Ausrechnung nur die Multiplication mit 24489, da die Zahl 1 nicht dividirt.

6.

Hat man noch eine dritte Barometerhöhe zu berechnen, z. B. die von 23,00 Z., so ist das Verfahren dasselbe:

Logarithmen . . 28,00 = 937374
23,00 = 740664

1 thut 24489, wie viel thun . 0,196710?
Antwort: 4817 Fuſs.

Die Richtigkeit der Rechnung beweisen die oben berechneten Tafeln.

Diese geben für 23,00 Zoll . . 5675 Fuſs.
für 28,00 Zoll . . 859 Fuſs.

Also Höhenunterschied . = 4816 Fuſs.

Dieser 1 Fuſs Unterschied zwischen beiden Rechnungen rührt theils vom Weglassen der Decimalstellen her, und theils daſs die Tafeln mit den Luftschichten jede Höhe um $\frac{1}{5500}$ zu klein angeben.

7.

Zieht man die Höhe der
zweiten Station . . . . . = 2775 Fuſs
von der Höhe der dritten Station = 4816 Fuſs ab

so erhält man den Höhenunterschied zwischen beyden zu . . . 2041 Fuſs.

Denselben Höhenunterschied findet man, wenn man vom Logarithmen der zweiten Station den der dritten abzieht und den Unterschied mit der Zahl 24489 multiplicirt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Beyspiel: Logarith. 2500 = 824045
Logarith. 2300 = 740664

,083381
Multiplicirt mit . . . 24489

Gibt . . . . . 2041,9 Fuſs.

Wir haben also für die Höhenmessungen die einfache Regel: *Daſs man von beyden Barometerhöhen die Logarithmen nimmt, den Kleinern vom Gröſsern abzieht und die Differenz mit* 24489 *Fuſs multiplicire.*

8.

Wenn man 8,745 (als die Höhe einer Luftsäule die einer Queksilbersäule von $\frac{1}{100}$ Zoll das Gleichgewicht bey 28 Zoll Barometherstand hält) mit 24489 (als der Höhe der ganzen Luftsäule, die 28 Zoll Queksilber das Gleichgewicht hält) dividirt, so erhält man $\frac{8,745}{24489} = 0{,}000357$ oder den Unterschied zwischen dem natürlichen Logarithmen von 28,00 und 27,99.

Man sieht hieraus, daſs man bey Barometer-Rechnungen auf natürliche Logarithmen geführt wird, und daſs es ein Umweg in der Rechnung ist, diese in *Briggische* zu verwandeln. *)

*) Es ist übrigens leicht einzusehen, daſs die Verhältnisse aller Zahlen zu einander, dieselben bleiben, wenn man sie alle mit derselben Zahl multipliciert. Diese Zahl mag nun der Model der

Sollen die Tafeln bequem für die Rechnung seyn, so mufs man ihnen eine Einrichtung geben, die mit der Eintheilung der Barometer übereinstimmt. Ich habe dieses dadurch erhalten, dafs ich über jeder Tafel die Zolle, und in den senkrechten Colonnen die Hunderttheile des Zolls angab.

Die Kennziefer 7 ist, wie schon bemerkt, bey allen Logarithmen weggelassen, und die sechs Stellen sind ein Decimalbruch. Mehr als sechs Stellen abdrucken zu lafsen, wäre überflüssig gewesen, da man eigentlich schon mit fünfen eine Genauigkeit erreicht, die gröfser ist, als es die Natur der Rechnung fordert.

Unter jeder Tafel ist die Differenz für 0,001 Zoll angegeben, deren Gebrauch beym Einschalten wir nachher kennen lernen.

9.
Geschichte des Höhenmessens mit dem Barometer.

Im Jahr 1643 erfand der berühmte italiänische Geometer *Torricelli* das Barometer. Diese Erfindung verbreitete sich schnell über Europa,

Briggischen Logarithmen 2,3025 oder eine andere Zahl seyn, die auf jeden Fall auch wieder der Model irgend eines Logarithmensystems ist, da dieser Systeme so viele möglich sind, als es Zahlen gibt.

da sie einen der Hauptsätze der aristotelischen Philosophie umstiefs, indem sie die Ursache erklärte, warum das Wasser in den Pumpen nicht höher als 33 Fufs steige. — *Torricelli* zeigte, dafs, da eine Queksilbersäule von 28 Zoll dem Drucke der Luft das Gleichgewicht halte, so müsse eine Wassersäule von 33 Fufs demselben Drucke das Gleichgewicht halten, da dieses 14mal leichter sey, als das Queksilber, und nur dann könne der Druck das Wasser höher als 33 Fufs treiben, wenn es das Queksilber im Barometer höher als 28 Zoll triebe.

Aristoteles hatte gelehrt: Die Ursache des Steigens des Wassers in den Pumpen, sey der Abscheu den die Natur vor dem leeren Raum habe, (*horror vacui*) hatte aber nicht gezeigt, warum dieser Abscheu nur bis auf 33 Fufs gehe.

Im Jahr 1648 kam *Pascal* in Frankreich auf den Gedanken, dafs das Barometer auf den Bergen niedriger stehen würde, als in den Thälern, weil oben weniger Luft aufs Queksilber drücke als unten.

Um dieses zu untersuchen, bat er seinen Schwager *Perrier*, der zu Clermont wohnte, er möge mit einem Barometer auf einem benachbarten Berg steigen, und seinen Stand im Thale sowohl als auf dem Berge bemerken.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Herr *Perrier* machte diesen Versuch. Er fand, dafs das Barometer zu Clermont 26 Zoll $3\frac{1}{2}$ Linie stand, und auf dem Pui de Dome fiel es bis auf 23 Zoll 2 Linien. *Perrier* schäzte den Berg ungefähr 3000 Fufs hoch.

Dieses war die erste Höhenmessung mit dem Barometer. Sie ist als solche so merkwürdig, dafs der Tag verdient bemerkt zu werden, an dem sie gemacht wurde. Es war den 19. September 1648.

10.

Boyle in England und *Mariotte* in Frankreich entdeckten fast zu gleicher Zeit das Gesetz: *dafs die Luft in demselben Grade dichter wird und einen kleinern Raum einnimmt, indem sie gedrückt wird.* Das heifst: Durch einen 3, 4 und 5mal so starken Druck, wird die Luft 3, 4 und 5mal so dicht, und nimmt einen 3, 4 und 5mal kleinern Raum ein.

Sobald man dieses Gesetz kannte, so war der Weg zur Berechnung der Berghöhen gebahnt.

Man hat nur die Atmosphäre in eine grofse Anzahl Schichten zu theilen, die alle gleiche Gewichte haben, und um so höher werden, je

entfernter sie von der Oberfläche der Erde sind. Man erhält dann eine solche Tabelle, wie die im vorigen Abschnitte, deren Gebrauch so äusserst bequem ist.

Mariotte war der erste der eine solche Tabelle von $\frac{1}{12}$ zu $\frac{1}{12}$ Linie Queksilberhöhe berechnete. Also von $\frac{1}{144}$ zu $\frac{1}{144}$ Zoll. Da seine Luftschichten also beynahe um ein Drittel niedriger waren, als die unsrigen, so mufste der Fehler den er hiebey beging auch noch um ein Drittel kleiner werden, also ungefähr $\frac{1}{8000}$ betragen.

Allein seine Tabelle war fehlerhaft; — theils weil er das Gewicht von Luft und Queksilber nicht kannte, und theils weil er eine Abkürzung bey seiner Rechnung gebrauchte, die merklich von der Wahrheit abwich. — *Kästner* meint zwar es sey daher gekommen, dafs er die Rechnung des Unendlichen nicht kannte. Allein dieses ist nicht die Ursache. Bey der Verfertigung einer solchen Tabelle werden nur die vier Species gebraucht, und mit diesen läfst sich die Rechnung eben so bequem und eben so genau führen, als mit der Rechnung des Unendlichen.

Um das Gewicht von Luft und Queksilher zu bestimmen, stieg *Mariotte* mit einem Barometer auf die pariser Sternwarte, und fand, dafs

er 63 Fuſs steigen muſste um das Queksilber eine Linie fallen zu machen. Hieraus folgte, daſs die Luft 8972mal leichter sey, als das Queksilber. Hiebey irrte er sich ungefähr um 15 p. C. Wahrscheinlich lag die Ursache darin, daſs das Barometer nicht Luftleer und die Eintheilung desselben nicht fein war. Er konnte hiebey leicht um 1 oder 2 Zehntel einer Linie irren.

Mariotte der das Ungewisse fühlen mogte, welches in seinen Messungen liege, setzte selber nicht viel Werth drauf, und führte die ganze Rechnung nur beyläufig. Daher nahm er statt 63 Fuſs nur 60 Fuſs an, wodurch der Fehler noch vermehrt wurde. Eben so nahm er an, die dritte Colonne (§. 5. Absch. I.) sey eine arithmetische Reihe erster Ordnung mit gleichen Differenzen.

Diese unrichtige Tabelle von *Mariotte* ist Schuld daran, daſs die Schichtmethode während 150 Jahren, bey den Naturforschern in einem üblen Rufe stand, obschon die Grundsätze auf denen sie beruht, an Einfachheit und Genauigkeit, von keiner der spätern Methoden übertroffen worden.

Die Schrift in der er diese Tabelle mittheilt, ist vom Jahr 1676.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

II.

Im Jahr 1685 legte *Halley* der königlichen Gesellschaft in London eine Abhandlung vor, in der er zeigte, dafs die krumme Linie, die entsteht, wenn man den Druck zu Abcissen und die Länge der Luftsäulen zu Ordinaten nimmt, eine Hyperbel sey.

Die Abcissen und Ordinaten verhalten sich hiebey in einem umgekehrten Verhältnisse. So wie der Druck wächst, nimmt die Länge der Säule ab, und man erhält immer gleiche Producte, wenn man beyde mit einander multiplicirt.

Nämlich nach §. 5. des ersten Abschnittes

ist 874,6 mal 28 = 24489
907,0 mal 27 = 24489
941,9 mal 26 = 24489 u. s. w.

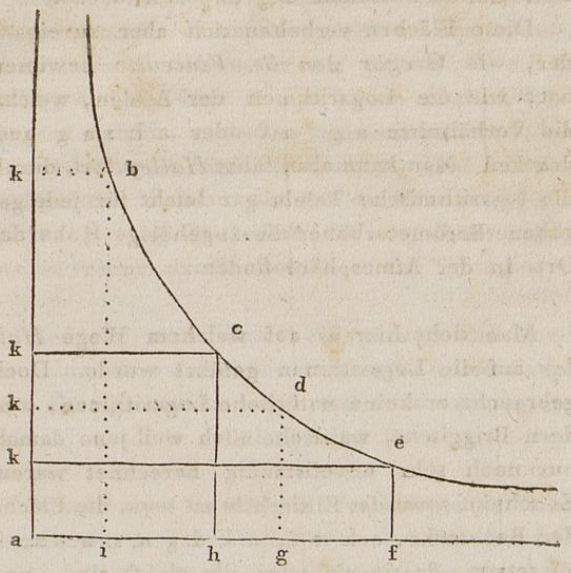
Denn die Hyperbel hat bekanntlich die Eigenschaft, dafs alle Vierecke (Fig. 3.)

als: a k b i
a k c h
a k d g
a k e f

einander an Flächen-Inhalt gleich sind, weil Abcissen und Ordinaten immer in einem umgekehrten Verhältnisse wachsen und abnehmen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fig. 3.



12.

Darauf zeigt *Halley*, dafs wenn man statt der 28 Ausdehnungen, die wir in der Figur 1. §. 5 des ersten Abschnitts gezeichnet haben, unendlich viele annimmt, so füllen diese den ganzen Raum, welcher von der krummen Linie b e und den beyden geraden a k und a f eingeschlossen ist.

Die Fläche d e f g ist dann die Summe aller Linien zwischen e f und d g.

Eben so ist die Fläche c d g h die Summe aller Linien zwischen d g und c h u. s. w.

Diese Flächen verhalten sich aber zu einander, wie *Gregor von St. Vincentio* bewiesen hat, wie die Logarithmen der Zahlen, welche die Verhältnisse a g : a f oder a h : a g ausdrücken. Man kann also, fährt *Halley* fort, durch die logarithmische Tafeln gar leicht für jede gegebene Barometerhöhe, die zugehörige Höhe des Orts in der Atmosphäre finden.

Man sieht hieraus auf welchem Wege *Halley* auf die Logarithmen geführt wurde. Doch gebraucht er keine natürliche Logarithmen, sondern Briggische, wahrscheinlich weil jene damals nur noch sehr unvollständig berechnet waren. Es scheint sonst das Einfachste zu seyn, die Fläche der Rechtecke, a k e f, a k d g u. s. w., = 1 zu setzen, da sie einander alle gleich sind, und dieses führte auf die natürlichen oder hyperbolischen Logarithmen.

Halley war also der erste, der die Logarithmen zur Berechnung der Berghöhen anwandte. *Mariotte* hatte zwar schon früher bemerkt, dafs man bey der Berechnung der Schichten, die Regel gebrauchen könne, deren man sich bedient, die Logarithmen zu finden. Allein er war bey dieser Bemerkung stehen geblieben, ohne eine Anwendung davon zu machen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Halley untersucht nun ferner das Gewicht von Luft und von Queksilber. — Aus den Abwiegungen, die er anführt, zieht er den Schlufs, dafs, wenn das Barometer auf 30 englischen Zoll stehe, und die Luft sich in einem mittlern Wärmegrad befinde, so könne man mit einer runden Zahl annehmen, dafs die Luft 800 mal leichter sey, als das Wasser. Da nun das Wasser $13\frac{1}{2}$ mal leichter sey als Queksilber, so sey dieses 10800 mal schwerer als die Luft.

Reducirt man dieses auf pariser Maas und auf eine Barometerhöhe von 28 Zoll, so findet men das Queksilber 10891 mal schwerer als die Luft.

Nimmt man für die mittlere Wärme 10 Grad Reaum. an, und reduciret dieses auf den Gefrierpunct, so findet man die Schwere des Queksilbers nach *Halley* 1037 2mal gröfser als die der Luft. Die neuesten Bestimmungen geben 10494. *Halleys* Bestimmung ist also um $\frac{1}{92}$ des Ganzen zu klein, also sehr viel genauer als die von *Mariotte*, die um ungefähr $\frac{1}{7}$ zu klein war.

Halley dachte auch an die Verdünnung der Luft durch die Wärme, aber er glaubte, dafs man hierauf keine Rücksicht bey der Rechnung zu nehmen brauche. Da bey gröfserer Wärme auch mehr Dünste in ihr Aufsteigen und die

Schwere der Luft dadurch wieder vermehrt werde.

Hierin hat sich *Halley* geirret; aber zu seinen Zeiten hatte man hierüber noch zu wenig Erfahrungen, um diesen Irrthum zu finden.

Uebrigens sieht man in der ganzen Darstellung das grofse Talent von *Halley*, und zugleich den schlichten Menschenverstand, der so wie bey *Copernik* aus jedem Satze hervorleuchtet und sich überall, wie der Magnet, aufs *Wesentliche* und *Wahre* richtet.

12.

Nach *Halley* kommt eine Periode von 70 Jahren in der für die Verbesserung der Höhenmessungen durchs Barometer fast gar nichts geschah. Die Naturforscher hatten die von *Mariotti* und *Halley* eingeschlagenen Wege verlassen, weil sie ihnen mit der Erfahrung nicht überein zu stimmen schienen, ohne dafs sie bedachten, dafs die Beobachtungen selber sehr ungewifs waren, mit denen sie jene Rechnungen verglichen. *Halley* seine Bestimmungen fehlten für die mittlere Temperatur ungefähr $\frac{1}{92}$ und für eine Temperatur die um 3 Grad geringer war, fehlten sie fast gar nichts.

So wie man anfing die einfache Form der Barometer zu verlassen, um an ihre Stelle künst-

lichere zu setzen, bey denen sich die Wirkungen vom Druck der Luft vergröfseren sollten, so verliefs man auch die einfachen Grundsätze *Halleys*, der das Barometer als eine Wage betrachtete, auf der Luft und Queksilber gegeneinander gewogen werden, und gab allerley künstliche Regelen, nach denen sich die Berghöhen sollten berechnen lafsen. Fast jeder der mit einem schlechten Barometer eine Berghöhe gemessen hatte, glaubte auch eine neue Regel angeben zu müssen, nach denen man die Berghöhen berechnen könnte, und die denn blos auf diesen Fall pafste, aber auf keinen anderen. Dieses ging so weit, dafs man anfing zu glauben, dafs man für die vier Welttheile auch vier besondere Regeln bedürfe, und dafs die, welche in Europa gelte, in Amerika nicht anwendbar sey.

Diese Ungewisheit veranlafste Herrn *de Luc*; Bürger und Uhrmacher in Genf, die Sache aufs neue zu untersuchen, um zu sehen, ob keine Uebereinstimmung in die Barometermessungen zu bringen sey. Dieser machte bey seinen Untersuchungen den Anfang mit dem Anfage, nemlich mit der Verbesserung der Barometer. Er bemerkte nemlich gang richtig, dafs wenn man keine Barometer machen könne, die einen übereinstimmenden Gang hätten, es auch unmöglich seyn würde, in die Barometermessungen Uebereinstimmung zu bringen. —

Schon im Anfange des 18ten Jahrhunderts, war das Auskochen der Barometer bey den deutschen Glasarbeitern bekannt, welche es als ein Mittel gebrauchten, die Barometer im Dunkeln leuchtend zu machen. Herr *de Luc* sah es ebenfalls bey den italienischen Glasarbeitern. Er kochte seine Barometer nun auch aus, und fand, dafs ausgekochte Barometer gleich hoch stehen. Diese, für die Verfertigung der Barometer so wichtige Entdeckung, hatten vor ihm schon *Cassini* und *Le Monnier* gemacht.

Zugleich verfertigte Herr de Luc sehr genaue Wärmemesser, um mit desto gröfserer Sicherheit den Einfluss untersuchen zu können, dem die Wärme auf die Ausdehnung der Luft habe. Darauf mafs er 15 Höhen auf dem Berge Saleve bey Genf, mit Hülfe einer guten Wasserwage. An diesen, welche von 200 bis 2900 Fufs gingen, beobachtete er mit aller Sorgfalt sein Barometer und seinen Wärmemesser in verschiedenen Jahrszeiten und in verschiedenen Tageszeiten. Die grofse Anzahl Beobachtungen, die er hiedurch erhielt, gaben ihm ein Mittel an die Hand, eine Regel festzusetzen, welche genauer war, als alle die man bis dahin für das Höhenmessen gehabt hatte. —

Herr de Luc beschäftigte sich mit einer seltenen Beharrlichkeit, während eines Zeitraums

von 18 Jahren, mit diesem Gegenstande, und machte am Ende seine Erfahrungen in einem Werke bekannt, von dem der verstorbene *Gehler* eine trefliche Uebersetzung unter dem Titel gab: *J. A. de Luc Untersuchungen über die Atmosphäre und die zur Abmessung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge. Aus dem Französischen. Leipzig* 1776. 2 *Octavbände.*

In diesem Werke erzählt *H. de Luc* zuerst die Geschichte aller Versuche und Meinungen bis auf seine Zeit. Dann beschreibt er die Werkzeuge, die er bey seinen Beobachtungen gebraucht und ihre Verfertigung. Darauf theilt er die Beobachtungen mit, die er mit ihnen gemacht hat, und gibt endlich die Schlüfse und Regeln, die aus ihnen folgen, und zeigt zugleich ihre Anwendung bey der Erzählung seiner sehr interessanten Alpenreisen.

Dieses Werk ist in einer sehr ruhigen klaren Sprache geschrieben, und in dieser Hinsicht sowohl, als auch wegen seiner Vollständigkeit, hat es einen bleibenden Werth, und wird immer von dem Naturforscher mit Vergnügen gelesen werden, und auch dann noch wenn die fortschreitende Wissenschaft manches anders gelehrt oder genauer bestimmt hat.

Herr *de Luc* seine Regel gibt im Ganzen die Berghöhen ein wenig zu klein an, weil er seine Wärmemesser der Sonne aussetzte, wodurch er

nicht die wahre Wärme der Atmosphäre, sondern eine Wärme enthielt, die ein paar Grade höher war, als wenn er sie in den Schatten gehangen hätte.

14.

Durch Herrn *de Luc* wurden die Naturforscher, vorzüglich auf den grofsen Einflufs aufmerksam gemacht, den die Wärme auf die Höhenmessungen habe. Vor ihm hatte *Sulzer* diesen schon in den Gedenkschriften der Berliner Akademie von 1753 durch mehrere Versuche gezeigt.

Wir haben diesen Einflufs schon im ersten Abschnitt kennen gelernt, und wir brauchen hier nur noch zu bemerken, dafs man jede Luftsäule, noch um so viel verlängeren oder verkürzen mufs, als die Tafel der Wärmegrade in §. 13 des 1. Absch. angibt.

Dieses würde indes zu einer doppelten Multiplication führen, welche man mit Hülfe von folgender Tabelle leicht vermeiden kann. In dieser ist die Länge der Luftsäule von 24489 Fufs schon für jeden Wärmegrad gehörig verlängert oder verkürzt, wobey angenommen, dafs die Luft sich für jeden Grad um $\frac{1}{200}$ und das Queksilber um $\frac{1}{4330}$ verlängern, und dafs also der Unterschied zwischen beyden Ausdehnungen 0,00477 ist.

TABELLE

über die Längen der Luftsäulen, welche bey verschiedenen Temperaturen einer Queksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten.

Grade.	Länge in Fufs.	Grade.	Länge in Fufs.
—15,0	22737	—11,0	23204
14,8	750	10,8	227
14,6	774	10,6	250
14,4	797	10,4	274
14,2	720	10,2	297
14,0	22854	10,0	23321
13,8	877	9,8	344
13,6	901	9,6	368
13,4	924	9,4	392
13,2	947	9,2	425
13,0	22971	9,0	23438
12,8	994	8,8	451
12,6	23018	8,6	475
12,4	041	8,4	498
12,2	065	8,2	521
12,0	23088	8,0	23554
11,8	111	7,8	577
11,6	134	7,6	600
11,4	158	7,4	623
11,2	181	7,2	647

Fortsetzung der abgebrochenen Tabelle.

Grade.	Länge in Fuſs.	Grade.	Länge in Fuſs.
− 7,0	23670	− 2,0	24255
6,8	693	1,8	278
6,6	717	1,6	301
6,4	740	1,4	324
6,2	763	1,2	348
6,0	23787	1,0	24372
5,8	810	8	395
5,6	833	6	418
5,4	857	4	441
5,2	881	2	465
5,0	23905	+ 0,0	24489
4,8	928	2	512
4,6	951	4	536
4,4	974	6	559
4,2	998	8	582
4,0	24021	1,0	24606
3,8	045	2	629
3,6	068	4	653
3,4	092	6	676
3,2	115	8	699
3,0	24138	2,0	24722
2,8	151	2	746
2,6	175	4	769
2,4	198	6	793
2,2	221	8	816

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fortsetzung der abgebrochenen Tabelle.

Grade.	Länge in Fufs.	Grade.	Länge in Fufs.
+ 3,0	24839	+ 8,0	25423
2	862	2	446
4	886	4	470
6	909	6	493
8	933	8	517
4,0	24956	9,0	25540
2	979	2	563
4	25002	4	587
6	026	6	610
8	059	8	633
5,0	25073	10,0	25657
2	097	2	680
4	120	4	703
6	143	6	727
8	167	8	750
6,0	25190	11,0	25774
2	213	2	797
4	237	4	821
6	260	6	844
8	283	8	867
7 0	25306	12,0	25890
2	329	2	913
4	353	4	937
6	376	6	960
8	399	8	984

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fortsetzung der abgebrochenen Tabelle.

Grad	Länge in Fufs.	Grade.	Länge in Fufs.
+ 13,0	26007	+ 18,0	26591
2	030	2	614
4	054	4	638
6	077	6	661
8	101	8	684
14,0	26124	19,0	26708
2	147	2	731
4	170	4	754
6	194	6	778
8	217	8	801
15,0	26241	20,0	26824
2	264	2	847
4	287	4	871
6	311	6	894
8	334	8	918
16,0	26358	21,0	26942
2	381	2	965
4	405	4	989
6	428	6	27012
8	451	8	27035
17,0	26474	22,0	27058
2	497	2	071
4	521	4	095
6	544	6	118
8	567	8	141

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

15.

Wir wollen jetzt den Gebrauch dieser Tabelle an ein paar Höhenmessungen zeigen, und uns zugleich aus §. 15 des ersten Abschnitts erinnern, dafs das Queksilber im Barometer die mittlere Temperatur der abzuwiegenden Luftsäule haben mufs. — Hat es sie nicht, so reducirt man es mit Hülfe der Tabelle S. 102 und 103 vor der Rechnung auf diese Temperatur.

Den 13. October 1809 beobachtete ich das Heberbarometer auf dem Löwenberge zu 26,853 Z. Die Wärme der Luft und des Queksilbers war + 2°. Zu gleicher Zeit stand das Gefäfsbarometer zu Königswinter auf 28,222 Zoll und der Wärmemesser auf +7 Grad. Die mittlere Wärme der abzuwiegenden Luftsäule war also 4,5 Grad.

Rechnung. — 26,853 Zoll Queks. bey 2 Gr. wären bey 4,5 Grad lang gewesen 26,869 Zoll. Denn für 2,5 Grad Wärme und 27 Zoll gibt die Tafel 0,016 Z. Verläng., welche addirt werden müssen, da das Queksilber wärmer und folglich länger, und specifisch leichter wird. Eine Queksilbersäule von 26,869 Z. die 4,5 Grad warm ist, ist nicht schwerer als eine von 26,853 Zoll die 2 Grad warm ist. Was jene länger ist, ist diese dichter.

Ferner wäre aus denselben Gründen 28,222 Z. bey 7 Grad, nur noch 28,206 Z. bey 4,5 Grad lang gewesen. Denn weil die Queksilbersäule kälter wird, so wird sie auch kürzer.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das Barom. stand also unten bey 4°,5 auf 28,206 Z.
und oben bey 4°,5 auf 26,869 Z.

Also Länge der Queksilbersäule bey 4°,5 = 1,337 Z

Da diese Queksilbersäule dieselbe mittlere Temperatur hat, wie die Luftsäule der sie das Gleichgewicht hält, so ist der Aufgabe, welche verlangt: dafs Luft und Queksilber bey *gleichen* Temperaturen gegen einander sollen abgewogen werden, genüge geschehen.

Log. 28 Zoll 20 Hundertth. ist	944491	
Noch für 6 Tausendtheile +	210	
		944701 F.
Log. 26 Zoll 86 Hundertth. ist	895808	
Noch für 9 Tausendtheile +	342	
		896150
Unterschied der Log. =		,048551 F.
Für die mittlere Wärme 4°,5 gibt die vorige Tafel		25012 F.
Beides multipl. gibt die Höhe des Berges		1214 *)

Berechnet man diese Berghöhe auf dieselbe Weise, wie im ersten Abschnitt gelehrt worden, mit Schichten, so erhält man dasselbe.

*) Seite 59 ist die Höhe des Drachenfelsen zu 795 Fufs berechnet, wobey das Queksilber auf der Temperatur der Station gelassen worden, da der Unterschied zwischen dieser und der mittleren Temperatur der Luftsäule nur 1¼ Grad war. Führt man die Rechnung scharf und reducirt es auf die mittlere Temperatur von 5,8 Grad so findet man die Höhe des Berges 780 Fufs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nämlich: Für 26,86 Z. = 1877 F. Steigung.
Für 0,009 Z. ÷ 8
1869
Für 28,20 Z. = 685
Für 0,006 Z. ÷ 5
680
1189
Die Taf. S. 49 gibt für die Wärme Verlängerung für 4,°5 . . 25 Fuſs.
Also Höhe des Berges . . 1214 Fuſs.

2tes *Beyspiel.* Herr *Rammond* beobachtete das Barometer auf den Pic de Bigore zu 19,845 Z. Die Wärme des Queksilbers war 7,°6 und die der Luft 3.°2 Reaumur.

Zu gleicher Zeit beobachtete Herr *Dangos* in Tarbes das Barometer zu 27,172 Zoll, als die Wärme des Queksilbers 14,°9 war und die Luft 15,°3.

Die mittlere Wärme der abgewogenen Luftsäule war also 9,°2 Reaumur.

Bey 7,6 Wärme war die Länge der Queksilbersäule . . . . . = 19,845 Zol
Bey 9,2 wäre sie gewesen nach der Tafel Seite 102 . . . . . + 006
also . . . . = 19,851 Zoll
da sie 1,6 Grad wärmer werden muſste um auf die mittlere Temperatur der Luft von 9,°2 zu kommen.

Die untere Queksilbersäule von 27,172 wird 0,035 Zoll kürzer, wenn sie von ihrer Wärme 14,°9 auf die mittlere 9,°2 gebracht wird. Sie ist dann 27,137 Zoll lang.

Die Rechnung steht dann also:

Log. 27,13 ist	905810	
Noch für 0,007 . . .	+ 252	
		906062
Log. 19,85 ist	593374	
Noch für 0,001 . . .	+ 51	
		593425
		,312637
Für die Wärme 9,°2 Grad gibt die vorige Tafel		25563
Beides multiplicirt gibt		7992 Fufs
Hiezu wegen Abnahme der Schwere		+ 24
		8016
Die trigonometr. Messung gibt		8044
	Unterschied =	28 Fufs

Von der Berichtigung wegen Abnahme der Schwere wird im folgenden geredet.

3tes *Beyspiel.* Den 3. August 1787 beobachtete Herr *von Saussure* auf der Spitze des Montblanc das Barometer des Mittags um 12 Uhr, und fand dafs es auf 16,022 Zoll stand. Die Wärme des Queksilbers war + 1,°2 Reaumur. Die der freien Luft — 2,°3.

Zu gleicher Zeit stand das Barometer im Cabinette des Herrn *Senebier* zu Genf auf 27,260 Z. Die Wärme des Queksilbers war + 19,°2 Reaum. und die der freien Luft + 22,°6. Die mittlere Wärme der abgewogenen Luftsäule war also 10,15 G.

Bey 10,°15 wäre 16,022 Z. = 16,053 Log. 380961
Bey 10,°15 wäre 27,260 Z. = 27,204 Log. 908530

Unterschied der Logarithmen	527569
Für 10,15 Grad gibt die vorige Tafel .	25674
Beydes multiplicirt gibt . . .	13545 F.
Wegen Abnahme der Schwere . .	45
Bis auf den Genfer See noch . . .	78
Also Höhe des Montblanc . .	13668
Nach Prof. *Tralles* trigon. Messung	13659
Unterschied	= 9 F.

16.

Damit man die Tabelle wegen Berichtigung von der Ausdehnung des Queksilbers durch die Wärme, welche im ersten Abschnitte §. 15 von 28 bis 24 Zoll abgedruckt ist, hier gleich bey der Hand habe, so will ich sie hier noch einmal abdrucken lassen, und zwar von 27 bis 15 Zoll. Die Verlängerung der Queksilbersäule ist in Theilen des Zolls angegeben. Sie wird abgezogen wenn das Barometer wärmer und addirt wenn es kälter war, als die mittlere Wärme der abzuwiegenden Luftsäule.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Länge der

Wärmegrad	27 Zoll.	25 Zoll.	23 Zoll.
	Verläng.	Verläng.	Verläng.
o			
0,5	0,003 Z.	0,003 Z.	0,002 Z.
1,0	0,006	0,006	0,005
1,5	0,010	0,009	0,008
2,0	0,013	0,012	0,010
2,5	0,016	0,015	0,013
3,0	0,019	0,017	0,016
3,5	0,022	0.021	0,019
4,0	0,025	0,025	0,021
4,5	0,028	0,026	0,024
5,0	0,032	0,029	0,026
5,5	0,034	0,032	0,029
6,0	0,037	0,034	0,032
6,5	0,040	0,037	0,035
7,0	0,043	0,040	0,037
7,5	0,047	0,043	0,039
8,0	0,050	0,046	0,042
8,5	0,053	0,048	0,044
9,0	0.056	0,051	0,047
9,5	0,059	0,054	0,050
10,0	0,063	0,058	0,053
10,5	0,066	0,061	0,056
11,0	0,069	0,064	0.058
11,5	0,072	0,066	0,061
12,0	0,075	0,069	0,064
12,5	0,078	0,072	0,067
13,0	0,081	0,075	0,069
13,5	0,084	0,078	0,072
14,0	0,087	0,081	0,075
14,5	0,090	0,084	0,077
15,0	0,094	0,087	0,079

Queksilbersäule.

21 Zoll.	19 Zoll.	17 Zoll.	15 Zoll.
Verläng.	Verläng.	Verläng.	Verläng.
0,002 Z.	0,002 Z.	0,002 Z.	0,002 Z.
0,005	0,004	0,004	0,004
0,007	0,006	0,005	0,005
0,009	0,008	0,007	0,007
0,012	0,011	0,010	0,009
0,015	0,013	0,012	0,010
0,017	0,015	0,014	0,012
0,020	0,018	0,016	0,014
0,022	0,020	0,018	0,016
0,024	0,022	0,020	0,018
0,027	0,025	0,022	0,020
0,029	0,027	0,024	0,021
0,032	0,029	0,026	0,023
0,034	0,031	0,028	0,025
0,036	0,033	0,030	0,027
0,039	0,036	0,031	0,028
0,041	0,037	0,033	0,030
0,043	0,039	0,035	0,031
0,046	0,041	0,037	0,033
0,048	0,044	0,040	0,035
0,051	0,046	0,042	0,037
0,053	0,048	0,044	0,039
0,055	0,050	0,046	0,040
0,058	0,053	0,048	0,042
00,60	0,055	0,050	0,044
0,063	0,057	0,052	0,046
0,066	0,059	0,053	0,047
0,068	0,061	0,055	0,049
0,070	0,063	0,057	0,051
0,072	0,066	0,060	0,054

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

17.

Man sieht aus dem bisherigen, dafs die Berechnung der Berghöhen mit Logarithmen weder schwer zu übersehen noch schwierig in der Anwendung ist; da bey ihr nur eine Subtraktion und nur eine Multiplication vorkommt. Auch braucht man nicht mehr wie einen Bogen Hülfstabellen, um alle Höhen bis zum *Montblanc* u. *Chimborasso* berechnen zu können.

Diese Einfachheit der Rechnung rührt theils daher, dafs wir natürliche Logarithmen gebraucht, und theils dafs wir die Beobachtungen nicht auf sogenannte Normaltemperaturen zurückgeführt haben.

Gewöhnlich werden von den Naturforschern bey diesen Rechnungen *Briggische* Logarithmen gebraucht, deren Grundzahl 10 ist; wahrscheinlich, weil diese vollständiger berechnet waren als die natürlichen, deren Grundzahl 2,71828... ist. Indefs de *Wolfram* alle natürliche Logarithmen bis 2200 berechnet hat, und zugleich von 1 bis 10000 alle Primzahlen, und alle Zahlen die sehr zusammengesetzt sind, so war es leicht, die fehlenden bis 2900 durch einschalten zu finden. Weiter wie 2900 werden sie bey den Barometer-Rechnungen nicht gebraucht, da die Scale des Barometers nicht weiter als bis 29,00 Zoll geht.

Ein zweiter Grund, warum die Naturforscher sich gröfstentheils der *Briggischen* Logarithmen bedienen ist folgender:

Man war gewohnt die Höhe der Berge in Toisen anzugeben. Nun gibt es eine gewisse Temperatur der Luft, bey der man die Höhe eines Berges in Toisen findet, wenn man die *Briggischen* Logarithmen des oberen und unteren Barometerstandes von einander abzieht und den Rest mit 10000 dividirt.

Dieses findet nach unserer Tafel (§. 14) statt, wenn die Wärme 13,4 Grad ist. Hiebey steht in der Tafel als Länge der Luftsäule, die 28 Z. Queksilber das Gleichgewicht hält, 26054 Fufs. Diese mit 2,3025 als dem Model des *Briggischen* Systems multipliciert, gibt sehr nahe 60000 Fufs oder 10000 Toisen.

Beyspiel. Unten stand das Barometer 28 Zoll.

Der *Briggische* Logarithme ist hievon 1,44715

Oben stand es 24 Zoll.

Der *Briggische* Logarithme ist hievon 1,38021

Unterschied = 0,06694

Diesen mit 10000 multipl. gibt die Höhe des Berges zu 669,4 Toisen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Diese Multiplication, die übrigens sehr bequem ist, findet aber nur, wie man leicht sieht, bey der bestimmten Temperatur von 13,4 Grad statt. Bey einer jeden anderen mufs man auch eine andere Rechnung anstellen.

Uebrigens ist dieses Zusammentreffen nur zufällig, so wie es auch zufällig ist, dafs eine französische Toise 6 Fufs hat. Oft wird die Sache aber so vorgetragen, dafs ein Anfänger auf den Gedanken kommen kann, als wenn eine besondere Vorsehung dabey statt finde, dafs der Unterschied der Logarithmen die Höhe der Berge in Toisen angebe.

Da 13,4 Grad eine Temperatur ist, die öfter statt findet, so traf diese Regel in sehr vielen Fällen zu, und man hielt sie, ehe man den Einfluss der Wärme auf die Verlängerung der Luftsäule kannte, für ziemlich allgemein brauchbar. So hat *Tobias Meyer* ein paar Tafelen nach dieser Regel berechnet, die nachher von *Kästner* sind beschrieben worden.

Bouguer gab bey seinen Messungen in Amerika auch diese Regel, wollte aber, dafs man noch $\frac{1}{30}$ von der gefundenen Höhe abziehen solle, um die wahre zu finden. Diese Regel gab also die Berghöhen zu grofs, und hieraus folgt, dafs die Messungen bey einem Wärmegrad angestellt

waren, der geringer als 13,4 war. Wäre er noch geringer gewesen, so hätte man vielleicht $\frac{1}{20}$ müssen abziehen, und so hätte man für jede Beobachtung eine besondere Regel bekommen.

Herr *de Luc* hat sich durch diese Regel und durch die anscheinende Bequemlichkeit der Multipiication mit 10000 verleiten lassen, ein System von Normaltemperaturen bey seinen Höhenmessungen einzuführen, wodurch er diese nicht wenig verwickelt gemacht hat. Er nannte nemlich Normaltemperatur die, bey welcher der Unterschied der *Briggischen* Logarithmen den Höhenunterschied in Toisen angibt.

Er glaubte aus seinen Beobachtungen zu finden, dafs die Normaltemperatur bey 16,8 Grad liege. Dafs er diesen Punct um 3,4 Grad zu hoch setze, rührte wohl gröfstentheils daher, dafs er seine Wärmemesser in die Sonne hing und nicht in den Schatten. An diesen Punkt 16,8 Grad setzte er den Nullpunkt seiner beyden Wärmemesser und auf ihn führte er alle seine Correktionen wegen der Wärme zurück.

Es ist ein Glück, dafs ihm hierin die anderen Naturforscher nicht gefolgt sind, weil sonst der Verwirrung in den Thermometern kein Ende geworden wäre, da jeder diesen Punkt auf eine andere Stelle setzte. — Hiezu kam noch, dafs Herr *de Luc* seine Thermometer-Scalen auf eine neue Weise eintheilte, die sich auf die Ausdehnungen bezog, welche er für das Queksilber und

die Luft gefunden hatte. Sobald man also diese Ausdehnungen eswas anders bestimmt als Herr *de Luc*, so mufs man auch diese Scalen wieder änderen. — Herr *de Luc* hatte die Ausdehnung der Luft für jeden Grad R. $= \frac{1}{215}$ gefunden, also kleiner als sie die genauesten unmittelbaren Messungen angeben.

Um das Reducieren von einer Scale in die andere zu erleichteren, hat Herr *de Luc* diese Scalen in einem grofsen Maasstabe gezeichnet, neben einander in Kupfer stechen lassen.

18.

Es ist eine merkwürdige Erscheinnng in der Geschichte der Physik, dafs die Naturforscher ein ganzes Jahrhundert zubrachten, ehe sie die Höhe der Berge aus Barometermessungen so genau bestimmen lernten, als durch geometrische Messungen, da sich doch das ganze Problem in vier Wochen auflösen liefs, wenn man von dem Satz ausging: *dafs das Barometer eine Queksilberwage sey.*

Ein Naturforscher, welcher eine so genaue Wage besafs als die, welche *Lavoisier* bey seinen Abwiegungen gebrauchte, konnte alle die hiezu erforderlichen Bestimmungen in einer sehr kurzen Zeit machen. Zuerst mufste er untersu-

chen, ob das Queksilber, welches man aus verschiedenen Gegenden bezieht, genau dasselbe specifische Gewicht habe, wenn es durch vier oder fünfmaliges Destilliren gereinigt ist.

Fourcroy gibt das Gewicht zu 13,568
bis 13,600
Nach *Macquer* soll das Tiroler wiegen 14,000
Und wenn es 500mal distillirt ist 14,110
Das Gewicht des reinen Wassers = 1 gesetzt.

Diese verschiedene Angaben rühren wahrscheinlich davon her, dafs sie nicht auf dieselbe Temperatur reduciert sind. Denn der Unterschied im Gewichte des Queksilbers kann so grofs nicht seyn, weil sonst die verschiedenen Höhenmessungen mit dem Barometer so gut nicht übereinstimmen könnten. Wahrscheinlich ist das Gewicht des Queksilbers bey demselben Wärmegrad immer sehr nahe dasselbe. — Durch öfteres Destilliren nimmt seine specifische Schwere indes etwas zu, und dieses Mittels bedient sich Herr *Loos*, um in seinen Barometern immer Queksilber von demselben specifischen Gewicht zu haben. Er destillirt es so lange bis es das Gewicht von einer Normalmasse Queksilber hat, welche er auf alle mögliche Weise gereinigt hat

Sobald man das specifische Gewicht des Queksilbers kannte, so muste man das der atmosphä-

rischen Luft bestimmen, welche nach allen Erfahrungen, die wir darüber haben, ein in allen Welttheilen und in allen Höhen in Hinsicht des Gewichts fast eben so gleichförmiger Körper ist wie das Wasser.

Die Herren *Biot* und *Arago* haben diese Abwiegungen von Luft und Queksilber wirklich angestellt und gefunden, dafs, wenn die Luft vollkommen trocken ist und das Barometer auf 28 Zoll 1 Linie steht, sie 10463mal leichter ist als Queksilber.

Hieraus folgt unsere obige Angabe, dafs sie, wenn das Barometer auf 28 Zoll steht, 10494-mal leichter ist als Queksilber.

Wie wenig die Feuchtigkeit das Gewicht der Luft vermehrt, sieht man daraus, dafs wenn die Luft den gröst möglichsten Grad der Feuchtigkeit hat, sie nur um $\frac{1}{621}$ schwerer ist als im Zustande der vollkommenen Trockenheit. *Halley* hatte also den Einflufs der Feuchtigkeit auf das Gewicht der Luft für viel zu grofs angenommen.

19.

Nach der Bestimmung von dem specifischen Gewichte von Luft und Queksilber, mufste die Ausdehnung beyder durch die Wärme untersucht werden, dafs die Ausdehnung des Queksilbers für jeden Wärmegrad $\frac{1}{4330}$ sey, darüber waren die meisten Naturforscher einig, allein bey der Aus-

dehnung der Luft wichen sie sehr von einander ab. Herr *Gay-Lussac* hat durch eine grofse Menge sehr genauer Versuche gefunden, dafs die Luft sich vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte um $\frac{80}{213}$ ausdehne, wenn sie vollkommen trocken sey. Da aber die Luft unserer Atmosphäre nie vollkommen trocken ist, so nimmt *La Place* die Ausdehnung derselben etwas gröfser an, nemlich zu $\frac{80}{200}$ oder für jeden Grad R. zu $\frac{1}{200}$.

Nach diesen Bestimmungen konnte man nun leicht solche Tafelen berechnen, wie wir im ersten Abschnitte mitgetheilt haben, und der Beobachter konnte, ohne dafs er sein Zimmer verliefs, alle vorbereitende Rechnungen machen, welche er beym Höhenmessen mit der Queksilberwage gebraucht.

Herr *de Luc* ist zu bedauren, dafs er diesen kurzen und einfachen Weg verfehlte, und statt dessen den einschlug, diese Bestimmungen mit Hülfe des Barometers selber zu machen,*) wobey er mit allen Veränderungen der Witterung und der Wärmegrade zu kämpfen hatte, wodurch die Erscheinungen oft so verwickelt wurden, dafs eine so seltene Beharrlichkeit dazu gehörte, wie die seinige war, um sich nicht abschrecken zu lassen, und die Untersuchungen nicht aufzugeben.

*) Das Barometer ist eine Waage, die eine sehr starke Reibung hat, und die schon deswegen von jeder Ramsdenschen Waage, in Hinsicht der Genauigkeit, um das Zehnfache übertroffen wird.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Idee, dafs das Barometer nichts wie eine Wage sey, und dafs man zu dem Abwiegen mit ihm nichts weiter wie die vier Species gebrauche, und weder Integral-Rechnung noch Logarithmen, — scheint ihm nicht klar vorgeschwebt zu haben; und dieses machte es wohl, dafs er auf Untersuchungen fiel, die ihm so viele Jahren kosteten, als die eben angeführten kaum Wochen würden gekostet haben.

20.

Bey sehr hohen Bergen mufs man noch eine Berichtigung wegen der Abnahme der Schwere anbringen, ohne die man die Höhe der Berge zu klein findet.

Schon *Neuton* machte die Naturforscher darauf aufmerksam, dafs die Abnahme des Drucks der Luft nur dann nach einer geometrischen Reihe gehe, wenn man annimmt, dafs die Anziehungskraft in grofsen und kleinen Höhen gleich sey. Da diese aber nach dem Quadrat der Entfernung abnimmt, so werden die oberen Luftschichten weniger angezogen, sie drücken weniger und werden weniger gedrückt, und sind also weniger dicht. Wenn man die Atmosphäre in Schichten eintheilt, die einer Queksilbersäule von $\frac{1}{100}$ Zoll das Gleichgewicht halten, so werden diese oben höher, als sie nach der Tafel seyn sollten, die wir im ersten Abschnitte für sie berechnet ha-

ben. Man findet daher, wenn man nach dieser Tafel rechnet, die Berghöhen ein wenig zu klein.

Indefs ist dieses selbst bey sehr hohen Bergen nicht viel, wie man aus folgendem Täfelchen sieht:

Berichtigung für die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Für	3600 Fufs Berghöhe ist sie +	10 Fufs.
	4800 - - - - - - - -	14
	6000 - - - - - - - - -	18
	7200 - - - - - - - - -	22
	8400 - - - - - - - - -	26
	9600 - - - - - - - - -	30
	10800 - - - - - - - - -	35
	12000 - - - - - - - - -	39
	13200 - - - - - - - - -	44
	14400 - - - - - - - - -	49
	15600 - - - - - - - - -	54
	16800 - - - - - - - - -	59
	18000 - - - - - - - - -	64
	19200 - - - - - - - - -	70
	20400 - - - - - - - - -	75

Nach §. 15 ist die Höhe des Pic de Bigore	8058	F.
Berichtigung wegen der Schwere +	24	
Also wahre Höhe des Berges =	8082	F.
Die trigonometrische Messung gab sie zu	8044	F.
Also Unterschied zwischen beyden =	38	F.

Oder $\frac{1}{212}$ des Ganzen.

Die Höhe des Mont blanc fanden wir zu . . . . . 13565 Fuſs.
Berichtigung wegen Abnahme der Sehwere . . . . . + 45 Fuſs.

Wahre Höhe des Berges = 13610 Fuſs.
Die trigonometrische Messung gab 13578
Also Unterschied zwischen beyden = 32 Fuſs.
Oder $\frac{1}{425}$ des Ganzen.

Es ist kein Berg, dessen Höhe so oft ist gemessen und berechnet worden wie die des Montblanc. Er hat allen Formeln zum Probiersteine gedient, und wie sie auf diesem bestanden sind, mag folgendes Täfelchen lehren, welches ich aus dem *Memorial topographique* nehme, wo es im 1ten Hefte abgedruckt ist.

Höhe des Montblanc.

Nach der Regel des Herrn *Bouguer* .		13347 F.
Nach der des Herrn *de Luc*		13383
Nach der des Herrn *Trembley* . . .		13423
Nach der des Herrn *La Place* . . .		13231
Nach der trigon. Messung	*von Pictet*	13428
	v. Schuckburgh	13542
Nach des Herrn *von Lindenau* Tafeln		13567
Nach der trigon. Messung, so wie sie Herr *von Lindenau* angibt .		13578

Vermuthlich ist die letzte Angabe die trigonometrische Messung von *Schuckburgh*, welche Herr *von Lindenau* aufs neue berechnet hat.

Zur Vollständigkeit will ich noch folgende beyden Angaben anführen.

Herr *de Luc* berechnete die Höhe des Montblanc aus einer Messung, die theils trigonometrisch, theils barometrisch war zu 13220 Fufs.
Herr *von Lindenau* berechnete sie in der Monathl. Corresp. von 1803 zu 13361 Fufs.
Nach der Formel von *Kramp* ist sie 14016
Unter diesen Bestimmungen, welche alle mehr oder weniger von einander abweichen, ist wohl die trigonometrische von 13578 die genaueste.
Hiemit stimmt unsere Berechnung nach Logarithmen, welche . . . . . 13610 Fufs gibt.
Die Berechnung mit Schichten würde . . . . . 13606 Fufs geben.

Die eine dieser Bestimmungen weicht 32 und die andere 28 Fufs von der trigon. Messung ab, statt dafs die anderen, die zum Theil auf äusserst künstlich zusammengesetzte Formeln beruhen, um 3 bis 400 Fufs abweichen.

Man sieht hieraus, dafs die Zahlen, welche wir für die specifische Gewichte von Luft und Queksilber angenommen, eben so wohl wie die, welche wir für die Ausdehnung beyder Körper annehmen, sehr genau sind. Dieses, und dafs bey der Messung gute Barometer sind gebraucht worden, ist die einzige Ursache der Uebereinstimmung.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

21.

Die Schwere nimmt aber nicht allein in senkrechter Richtung ab, sondern auch gegen den Aequator. Gegen die Pole hingegen nimmt sie zu.

Da die specifische Gewichte von Luft und Queksilber ungefehr auf den 45ten Grad der Breite, oder in der Mitte zwischen Pol und Aequator bestimmt sind, so gilt das Verhältnifs, welches wir zwischen ihnen fanden, (10494 : 1) auch nur für eine Schwere die der auf dieser Breite gleich ist.

Kommt man auf eine andere geographische Breite, wo die Schwere gröfser oder kleiner ist, so findet man dieses Verhältnifs auch kleiner oder gröfser, weil der eine der abzuwiegenden Körper ein elastischer ist, und der andere keiner.

Wiegt man einen Dukaten auf dem 45. Grade, so wird dieser mit dem Goldgewicht immer gleich bleiben, auch wenn die Anziehungskraft der Erde abnimmt, weil beyde — Gewicht und Dukate — gleich viel an Schwere verlieren.

Nicht so ist es beym Abwiegen der Luft gegen eine Queksilbersäule. — Wenn die Schwere abnimmt, so nimmt zwar die Schwere der Queksilbersäule in demselben Verhältnisse ab, wie die der Luftsäule. Aber diese verändert nun zugleich ihre Länge und wird gröfser, weil sie weniger gegen die Oberfläche der Erde angezogen wird. Hingegen die unelastische Queksilbersäule wird

durch die Abnahme der Schwere zwar leichter aber nicht länger.

Die Schichten, welche $\frac{1}{100}$ Zoll Queks. das Gleichgewicht halten, werden nun etwas gröfser als sie in der oben angeführten Tafel angegeben sind, und es bedarf also einer kleinen Berichtigung, wenn man nach dieser Tafel rechnet.

Das was man hinzusetzen oder abziehen mufs, beträgt für Europa sehr wenig, da die höchsten Berge nahe bey dem 45ten Grade liegen, und im Norden, wo man weit vom 45ten Grade entfernt ist, keine sehr hohen Berge hat.

Indefs kann man leicht in folgendem Täfelchen nachsehen, wie viel Fufs diese Berichtigung in jedem Falle beträgt, und die man dann zur gemessenen Berghöhe addiren oder von ihr abziehen mufs.

Berichtigung wegen Veränderung der Schwere mit der geograph. Breite.

Berghöhe.	7200 *Fufs.*	9000 *Fufs.*	10800 *Fufs.*	12600 *Fufs.*	14400 *Fufs.*	16200 *Fufs.*	18000 *Fufs.*	19800 *Fufs.*
Breit.								
0°	+20	26	31	36	41	46	51	56
5	20	25	30	35	40	45	50	55
10	19	24	29	34	38	43	48	53
15	17	22	26	31	35	40	44	49
20	16	20	23	28	31	35	39	43
25	13	16	20	23	26	29	33	36
30	10	13	16	18	20	23	26	28
35	7	9	10	12	14	16	17	19
40	4	4	5	6	7	8	9	10
45	0	0	0	0	0	0	0	0

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Berg-höhe.	7200 Fuſs.	9000 Fuſs.	10800 Fuſs.	12600 Fuſs.	14400 Fuſs.	16200 Fuſs.	18000 Fuſs.	19800 Fuſs.
Breit.								
50°	÷4	4	5	6	7	8	9	10
55	7	9	10	12	14	16	17	19
60	10	13	16	18	20	23	26	28
65	13	16	20	23	26	29	33	36
70	16	20	23	28	31	35	39	43
75	17	22	26	31	35	40	44	49
80	19	24	29	34	38	43	48	53
85	20	25	30	35	40	45	50	55
90	20	26	31	38	41	46	51	56

Bey einem Berge, der so hoch ist wie der Chimborasso und zugleich so entfernt vom 45ten Grade der Breite werden diese Berichtigungen schon bedeutend. *Humbolt* beobachtete auf ihm das Barometer zu . . . . . 13,933 Z.
Wärmem. — 1°3 R.
Wärmem. am Bar. + 8° R.
Unterschied = 9°,3 R.
Verlängerung der Queksilhersäule . . 030
Wahre Länge = 13,903
Unten stand das Bar. an der See . . 28,142
Der Wärmemesser 20°2 R.
Hieraus findet man die Höhe des Berges zu 18052 F.
1te Abnahme in senkr. Richt. + 64
2te Abnahme wegen der Breite . . + 50
Wahre Höhe des Chimborasso . . . 18166 F.

Herr *Ramond* berechnete sie nach seiner Formel zu 18084 Fuſs. Also Unterschied 82 F. oder $\frac{1}{220}$ des Ganzen.

22.

Wir haben oben schon bemerkt, dafs zu allen genauen Höhenmessungen zwey Barometer erforderlich sind, welche noch zudem nicht zu sehr von einander entfernt seyn dürfen.

Will man mit dem Barometer eine ganze Gebirgskette, oder eine ganze Provinz oder eine Heerstrafse von 40 oder 50 Meilen nivelliren, so müssen beyde Beobachter ihre Messungen mit festen Stationen machen, die nicht über 4 bis 6 Stunden von einander entfernt sind, und indefs der eine auf der Reise ist, beobachtet der andere das Barometer zu Haus. — Der eine bleibt auf der ersten Station bis der andere auf der zweiten angekommen ist, und mit ihm einige correspondirende Beobachtungen gemacht hat. Dann geht dieser zur zweiten Station, beyde Barometer werden nebeneinander gehangen und verglichen, und der erste geht dann zur dritten Station. Und so fahren sie fort, bis sie ihre barometrische Rundreise vollendet haben, und wieder an dem ersten Punkte angekommen sind. Auf diese Weise läfst sich sehr schnell eine Strecke von 40 bis 50 Meilen nivelliren, und die Profile eines Landes aufnehmen, welches vorzüglich für den Strafsenbau wichtig ist, indem man sieht, welche Richtung man zu wählen habe, um die wenigste Steigung zu treffen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

23.

Ist aber ein Beobachter nur mit einem Barometer allein auf der Reise, so kann er nichts thun, als an Orten wo er durch kommt, die Barometer-Liebhaber zu besuchen, ihre Barometer mit dem seinigen zu vergleichen und sie bitten, dafs sie während den Tagen, dafs er in der Nähe ist, das Barometer zu bestimmten Stunden beobachten, und ihm ihre Beobachtungen nachher mittheilen.

Trift er keine solche Liebhaber, so bleibt ihm nichts übrig als seine Beobachtungen auf den Horizont der See zu reducieren, indem er voraussetzt, dafs das Barometer da seinen mittlern Stand von 28,18 Zoll gehabt habe.

Diese Voraussetzung ist zwar sehr ungewifs, da in unseren Breiten die Barometer-Veränderungen an der See auf 1 $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll gehen. Er kann daher in der obigen Annahme leicht um einen halben Zoll irren, wenn man auch annimmt, dafs, da die höchsten und tiefsten Stände nicht sehr häufig sind, er gerade von diesen keinen treffe.

Man sieht leicht, dafs, wenn die Höhen sehr geringe sind, etwa 1000 oder 2000 Fufs diese Methode eine Ungewifsheit einschliefst, die bis auf die Hälfte oder ein Viertel des Ganzen geht, und daher von keiner Anwendung ist. — Sind aber die Höhen 4, 6 oder 8000 Fufs, dann macht ein halber Zoll Ungewifsheit schon weniger aus,

und man kann, wenn auch keine genaue Bestimmung erhalten, doch wenigstens eine beyläufige.

Da man den Stand des Wärmemessers an der See ebenfalls nicht kennt, so mufs man diesen auf folgende Weise schätzen.

Es ist bekannt, dafs die Wärme von unten nach oben abnimmt, und zwar ungefähr in folgendem Verhältnisse.

Wenn bey 28 Zoll der Wärmemesser auf 12° zeigt,

so zeigt er bey	27	Zoll	auf 10,7
- - - -	26	- - - - - - - - - -	9,3
- - - -	25	- - - - - - - - - -	7,9
- - - -	24	- - - - - - - - - -	6,3
- - - -	23	- - - - - - - - - -	4,9
- - - -	22	- - - - - - - - - -	3,2
- - - -	21	- - - - - - - - - -	1,6
- - - -	20	- - - - - - - - - -	0,2
- - - -	19	- - - - - - - - - -	— 2,1
- - - -	18	- - - - - - - - - -	— 4,0
- - - -	17	- - - - - - - - - -	— 6,0
- - - -	16	- - - - - - - - - -	— 8,1
- - - -	15	- - - - - - - - - -	— 10,3
- - - -	14	- - - - - - - - - -	— 12,6

Mit Hülfe dieser Tafel kann man immer beyläufig wissen, wie hoch der Wärmemesser am Meere steht, wenn man seinen Stand auf dem Berge beobachtet hat.

Diese Tafel beruht auf der Beobachtung, dafs für jede 600 Fufs, die man steigt, der Wärmemesser ungefehr um 1 Grad fällt.

So stand z. B. bey der oben angeführten Barometer-Beobachtung auf dem Montblanc der Wärmemesser oben — 2,3 und unten 22,6, also ungefehr 25 Grad verschieden.

Indefs wird die Bestimmung vom Stand des Wärmemessers am Meere immer nur beyläufig bleiben, auch wenn man das Gesetz der Wärme-Abnahme genau kennen wird, weil immer örtliche Ursachen den Stand desselben änderen, und zwey Wärmemesser, die in einerley Höhe über dem Meere sind, werden nicht immer gleich hoch stehen, sobald sie um einige Meilen von einander entfernt sind.

Wir wollen jetzt diese Methode an ein paar Beyspielen prüfen.

1. Beysp. Der Löwenberg ist 1450 F. über der See.

Den 13. Oktob. 1809 stand das Barometer

auf ihm	26,853 Zoll. Log. =	895546
An der See solte es stehen	28,18 Z. L. =	943782
Der Wärmemesser zeigte	+ 2	048236
Der an der See solte zeigen	+ 3,8	
Mittlere Wärme =	2,9	
Hiefür gibt die Tafel §. 14.		24828
Beydes multipl. gibt die Höhe zu		1198 F.
Sie ist aber		1450
Also Fehler =		252 F.

Bey kleineren Höhen ist der Fehler noch merkbarer, wie folgendes Beyspiel zeigt.

2. Beyspiel.

Denselben Tag zeigte das Barometer der Präfektur in Düsseldorf 28,345 Log. = 949618
Das Barometer an der
See . . . . . 28,18 Log. = 943782

Wärme 5°5 1,005836
Hiefür gibt die Tafel §. 14. 25132

Gibt Höhen-Unterschied . . 147 Fufs.
und zwar läge Düsseldorf um so viel tiefer als die See.

3. Beyspiel. Bey hohen Bergen ist der Einfluſs, welchen die Ungewifsheit des Barometerstandes an der See macht, unmerklicher, weil er sich da auf eine gröfsere Anzahl Schuhe vertheilt. — Man sieht dieses an der Beobachtung auf dem Montblanc.

Oben stand das Barometer 16,075, und die Wärme war — 2,°3. Hiernach sollte die Wärme an der See seyn + 17,8.

Das Barometer sollte an der See bey 10° auf 28,18 Zoll stehen. Bey 17,8 Grad wäre die Queksilbersäule um 0,05 Zoll länger; also 28,23.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Stand auf d. Montblanc	16,075 Log. =	382435
An d. See sollte es stehen	28,23 Log. =	945553
		563118
Die Wärme war oben	— 2,°3	
An d. See sollte sie seyn	17, 8	
Mittel	+ 7, 7	
Hiefür gibt die Tafel §. 14.		25388 F.
Beydes multipl. gibt die Höhe zu		14296 F.
Berichtigung wegen der Schwere		+ 49
		14345
Seine Höhe über dem Meer ist aber		14693
Also Unterschied =		348 F.

Diese Methode scheint also nicht die Genauigkeit zu geben, welche sich einige neuern Schriftsteller, die über diesen Gegenstand geschrieben, von ihr versprochen haben.

Unter dem Aequator, wo der Stand des Barometers so beständig ist, dafs sein Steigen und Fallen das ganze Jahr hindurch nur ein paar Linien beträgt, ist sie anwendbarer als bey uns.

Da indefs an mehreren Orten das Barometer täglich beobachtet wird, und diese Beobachtungen in den Zeitungen bekannt werden, so kann man aus diesen sehen, wie viel das Barometer über oder unter seinem mittleren Stande war, und hiemit kann man den angenommenen Stand des Barometers an der See corrigiren, ehe man ihn in Rechnung nimmt, wodurch man wenigstens die gröfsten Fehler vermeidet.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

24.

So leicht die Berechnung der Berghöhen nach der Methode ist, die wir vorgetragen haben, so könnte man doch noch fragen: *ob sie sich nicht noch bequemer machen liefse, besonders dadurch, dafs man die Multiplication vermeide, auf die man sowohl bey den Schichten als bey den Logarithmen kommt?*

Diese Multiplication würde sich nicht wohl anders vermeiden lassen, als dafs man *Briggische* Logarithmen gebrauchte, und dann müfste man noch wieder besondere Logarithmen-Tafeln bey sich führen.

Wollte man dieses, so halte ich folgenden Weg für den bequemsten: Man halte sich an die ersten Methoden mit den Schichten, und berechne die Tafel bis 14 Zoll. Zugleich setze man den Schichten so viel zu, dafs der Fehler von $\frac{1}{5300}$ den sie haben vollends verschwindet, und gebe ihnen noch einen zweiten Zusatz zu ihrer Höhe wegen der Abnahme der Schwere. — Man findet dann in ihnen jede Berghöhe durch eine einfache Subtraktion, wenn nemlich die Temperatur die des Gefrierpunktes ist. —

Ist sie dieses nicht, dann mufs man die gefundene Höhe mit einer Zahl aus der Tafel des §. 11. des 1. Abschnitts multipliciren, um die Verlängerung oder Verkürzung der Luftsäule zu finden, welche von der Temperatur abhängt. Diese Multiplication kann man in eine Addition ver-

wandelen, wenn man statt der Zahlen, die in dieser Tafel stehen, *Briggische* Logarithmen mit negativen Kennziffern setzt. Diese addirt man zu dem Logarithmen von der Länge der Säule, der man in den Tafelen findet. Unter den verschiedenen Logar. Tafelen sind hiezu keine bequemer als die von *La Lande*, welche nur etwas mehr wie einen Gulden kosten, und aus denen man die 10 ersten Blätter herausnehmen und besonders geheftet bey sich führen kann, weil man keine Logarithmen weiter als bis 2000 gebraucht. Denn, da z. B. beym Montblanc der Log. von 1357 von dem von 13570 nur in der Kennziffer verschieden ist, so hat man nur diese zu veränderen. Gesetzt auch, die Länge der Luftsäule, deren Verlängerung man durch diese Multiplication bestimmen will, betrüge 13575 F., so machen diese 5 Fuſs mehr keinen merklichen Einfluſs aufs Resultat.

Ich will hier als Beyspiel der Rechnung die im ersten Abschnitte angeführte Höhe des Berges Saleve anführen.

Ob. B. = 24,297 Z. die Taf. geb. 4332,2 Fuſs.
Unt. B. = 27,323 Z. 1463,8

Höhenunterschied = 2868,4 F.
Log. 2870 = 3,45788
Log. für 5° Wärme nach der Taf. = , 37749—2

Log. 1,83537 macht 68,4 F.
Wahre Höhe des Berges = 2936,8 Fuſs.

Man sieht aus diesem Beyspiele, dafs man hiebey fast eben so viel Zahlen machen mufs, als wenn man auch unmittelbar multipliciert.

Uebrigens ist, wie man leicht einsieht, die Multiplication bey der Schichtmethode immer leichter als bey der zweiten mit natürlichen Logarithmen, weil man bey jenen immer eine Stelle weniger hat, und zugleich fast immer ein oder zwei Nullen.

25.

Die Bequemlichkeit der Rechnung beruht gröfstentheils darauf, dafs die Barometer dieselbe Decimaleintheilung haben, wie die Tafelen. — Gebraucht man Barometer, die eine andere Eintheilung haben, so mufs man sie auf diese zurückführen. Und dann hält das Reduciren so lange auf als die ganze Höhenberechnung selber.

Hat man ein Barometer, das in englische Zoll und Linien eingetheilt ist, so mufs man zuerst jede Beobachtung in Zoll und Decimale des Zolls verwandelen. Dann multiplicirt man die englischen Zoll mit 0,938, und man erhält pariser Zoll, da der pariser Fufs sich zum Londener verhält wie 1000 zu 938.

Gewöhnlich sind die englischen Barometer Gefäfsbarometer welche eine andere Einrichtung haben wie die oben beschriebene. Will man sich ihrer beim Höhenmessen bedienen, so mufs man sich zuerst überzeugen, dafs sie Luftleer sind, und dafs ihre Einrichtung im Gefäfse so ist dafs sie

bey einem gleichen Drucke auch gleich hoch stehen.

Dann mifst man den innern Durchmesser der Röhre und des Gefäfses, und berechnet wie viel das Queksilber im Gefäfse steigt wenn es in der Röhre 1 Linie fällt. Bey dem welches ich in Hamburg auf dem Michaelis Thurn gebrauchte, hatte die Röhre 3 Linien, und das Gefäfs 22 Linien Durchmesser. Sie verhielten sich also in der Fläche zu einander, wie 9 zu 484 oder wie 1 zu 54. Wenn demnach das Queksilber in der Röhre 54 Linien fiel, so stieg es 1 Linie im Gefäfs, und es stand daher nur 53 Linien niedriger wie vorher.

Noch eine zweite Berichtigung betrift den Nullpunkt. Wenn das Barometer auf 28 Zoll steht, so mufs die Oberfläche des Queksilbers in der Mitte der Röhre genau 28 Zoll von der Oberfläche des Queksilbers im Gefäfse entfernt seyn. — Allein in engen Röhren steht das Queksilber wegen der Harröhrchen-Kraft immer niedriger als es thun würde, wenn diese nicht da wäre. Man kann sich hievon leicht durch einen Versuch überzeugen. Man halte eine enge Barometerröhre die an beyden Seiten offen ist, senkrecht in eine Schaale mit Queksilber, so wird man sehen, dafs das Queksilber in der Röhre niedriger steht als in der Schaale. Man mufs also zu jeder gemessenen Queksilberhöhe noch so viel addiren, als folgende Tafel angibt.

Berichtigung wegen der Harröhrchen - Kraft.

Innerer Durchmesser der Röhre.	Herabdrückung des Queksilbers
6,76 Linien	0,056 Lin.
5,62	0,079
4,50	0,169
3,94	0,282
3,38	0,405
2,81	0,562
2,25	0,754
1,69	1,035
1,13	1:575

Man sieht aus dieser Tafel, dafs je enger die Röhren sind die Herabdrückung des Queksilbers um so stärker wird. — Ist die innere Weite 2,81 Linie, welches so die gewöhnliche ist, so ist die Herabdrückung 0,56 Linien.

Bey Heberbarometern deren beyde Schenkel gleich weit sind, ist die Herabdrückung in beyden gleich stark, und hebt sich also gegeneinander auf. Diese zeigen daher immer die wahre Höhe.

Bey den Gefäfsbarometern ist die Herabdrückung im weiten Gefäfse, völlig unmerklich, indes die in der engen Röhre merklich ist. Diese bedürfen also einer Berichtigung, die um so stärker ist je enger die Röhren sind. Wenn jemand z. B. an einem Gefäfsbarometer den mittlern

Stand des Queksilbers im Durchschnitt von mehreren Jahren zu 27,313 Zoll beobachtet hat, so mufs er hiezu wegen der Haarröhrchen-Kraft noch 0,063 Zoll addiren, wenn seine Barometerröhre 2,81 Linien weit ist; und denn erst hat er die wahre mittlere Barometerhöhe.

Bey unsern Gefäfsbarometern bedarf es aber dieser Correktion nicht, da ihr Nullpunkt nach einem Heberbarometer abgeglichen ist.

Auch braucht man überhaupt diese Correktion an keinem Gefäfsbarometer anzubringen, wenn man mit ihm die Höhe eines Berges mifst. Denn wenn es unten wegen der Harröhrchenkraft eine halbe Linie zu niedrig steht, so thut es dieses oben ebenfalls, und beydes hebt sich gegeneinander. Nur dann mufs man darauf Rücksicht nehmen, wenn man verschiedene Gefäfsbarometer miteinander vergleicht, deren Röhren eine verschiedene Weite haben; oder wenn man mit einem Gefäfsbarometer den mittlern Stand desselben bestimmen will, um hieraus die Höhe desselben über der See herzuleiten.

Endlich mufs ich noch bemerken, dafs beym Gefäfsbarometer das Gefäfs eben so wohl ein Zylinder seyn mufs, wie die Röhre. Ist es eine Kugel, so steht es höher oder tiefer, als es stehen sollte, je nachdem das Queks. über oder unter dem gröfsten Kreise der Kugel steht. Denn der Stand des Queksilbers im Gefäfs hängt davon ab, welcher Winkel die Seitenwände miteinan-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der machen, und ob sie oberhalb oder unterhalb der Oberfläche desselben zusammenlaufen.

26.

Wenn man Barometermessungen mit trigonometrischen vergleicht, so mufs man hiezu nur sehr hohe Berge nehmen, bey denen man zugleich überzeugt ist, das die trigonometrische Messung sehr genau ist. — Denn es fodert sehr viele Aufmerksamkeit und sehr genaue Instrumente, wenn man die Höhe eines Berges durch Winkelmessung bestimmen will, theils wegen der Veränderlichkeit der Strahlenberechnung, und theils wegen des stumpfwinklichten Dreyecks, welches man bey diesen Messungen erhält, und bey dem ein kleiner Fehler in den Winkeln, einen grofsen Einflufs auf die gegenüberstehende Seite hat. — Wir haben oben beym Montblanc gesehen, dafs die beyden trigonometrischen Messungen von *Pictet* und *Schuckbourgh* 114 Fufs von einander abweichen, indefs die Barometermessung von der letzteren nur 68 Fufs abweicht. Bey der jetzigen Vollkommenheit der Barometer, mufs ein Berg schon sehr genau gemessen seyn, wenn man sicher seyn soll, dafs die Fehler der trigonometrischen Messung bedeutend kleiner sind, als die der barometrischen Messung.

Kleine Höhen darf man deswegen nicht wählen, weil die unvermeidlichen Fehler, des Beobachters, bey diesen einen stärkern Einflufs aufs

Fehlerprocent haben, als bey grofsen. Wir sahen dieses oben am Pic de Bigore und am Montblanc. Bey ersterem machte ein Unterschied von 38 Fufs zwischen beyden Messungen $\frac{1}{212}$ des Ganzen, indefs bey letzteren 32 Fufs Unterschied nur $\frac{1}{425}$ des Ganzen machte.

Noch mehr sieht man dieses an folgendem Beyspiele:

Herr *von Moll* führt in seinen Jahrbüchern eine Barometermessung vom Grosglokner an, dessen Spitze nach einer geometrischen Messung 3630 par. Fufs über der Salmshöhe liegen soll.

Das Barometer stand oben 17,83 Zoll. Der Wärmemesser am Bar. + 3°,1, der freie Wärmemesser — 0,°9.

Salmshöhe. Bar. 20,63 Zoll. Der Wärmemesser am Bar. + 10,°2. Der freie Wärmemesser 10,°4,

Hieraus folgt Höhe des Berges 3678 Fufs.
Wegen Abnahme der Schwere + 10

Barometer Messung = 3688
Geometer Messung = 3630

Untersch. zwischen beiden 58 Fufs.
oder $\frac{1}{63}$ des Ganzen.

Will man indefs geringe Höhen zur Vergleichung beyder Messungen miteinander gebrauchen, so mufs man dem Beyspiele des Herrn *de Luc* folgen, und eine grofse Anzahl Beobachtungen anstellen, damit man sicher ist, dafs die unvermeidliche Beobachtungsfehler sich gegenein-

ander aufheben, und man ein sicheres Resultat erhalte, welches nicht durch Beobachtungsfehler entstellt ist.

27.

Bey den Barometermessungen in Bergwerken werden noch besondere Vorsichtsmafsregeln erfordert, wenn man ein sicheres Resultat haben will.

Die Wärme in der Erde ist gewöhnlich 10 bis 12 Grad über Null, und daher besonders im Winter von der an der Oberfläche derselben sehr verschieden. Diese Verschiedenheit in der Temperatur verursacht eine beständige Zugluft in den Bergwerken, welche die Bergleute, den Wetterwechsel nennen. Die erwärmte Luft steigt, weil sie leichter ist, nach äerostatischen Gesetzen in der kälteren auf, es entsteht nun in den Schächten ein Saugen; und die kältere Luft zieht zu den Stollen oder in den niedrigern Schächten hinein; sie vertheilt sich im innern des Bergwerks, wird hier erwärmt und zieht als warme Luft wieder zu den höhern Schächten hinaus.

Wenn man bey Bergwerken mifst, so mifst man entweder *über der Erde* oder *in der Erde*.

Im ersteren Falle ist man z. B. wenn man die Höhe der Hängebank eines Schachtes über der Sohle vom Mundloch des Stollens bestimmen will. Man wiegt dann mit dem Barometer die Schwere der Luftsäule, die aufserhalb des Berges ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hiebey bedarf es weiter keine Vorsichtsmafsregeln als blos die welche wir oben hatten, um *örtliche Erwärmung* zu vermeiden. (pag. 22.) Man mufs nemlich das Barometer weder nahe an die Hängebank des Schachtes, noch nahe an das Mundloch des Stollens hängen, weil hier durch das Ausströmen der Luft aus dem Berge, die freie Luft einen anderen Wärmegrad haben kann, als sie ein paar hundert Fufs davon hat. — Man untersucht dieses mit dem Wärmemesser, und hängt denn das Barometer dahin, wo man sicher ist, das man die wahre Wärme der freien Luft erhällt. Den Ort des Barometers bezieht man dann auf Sohle und Hängebank mit Hülfe eines kleinen Nivellements mit der Setzwaage.

Mifst man aber mit den Barometern in der Erde, so mufs man zuerst sorgen, dafs man die wahre Temperatur an den beyden Enden der Luftsäule erhält, die man abwiegen will. Soll z. B. die Sohle des Stollens im Berge und die Hängebank des Schachtes gegeneinander bestimmt werden, so mufs ein Wärmemesser bey jener und der andere bey dieser hängen, und zwar 10 oder 20 Fufs unter Tage. Wollte man den Wärmemesser in die Hütte hängen, welche gewöhnlich über dem Schachte der Erzföderung wegen erbaut ist, so würde man einen Wärmegrad erhalten, der von dem welcher 10 oder 20 Fufs unter Tage ist, sehr abweicht. Dieses würde zu einer unrichtigen Messung führen, weil die Rechnung

voraussetzt, dafs die Wärme in der Luftsäule sich gleichförmig ändert, und dafs ihre mittlere Wärme sehr nahe das arithmetische Mittel zwischen der *unteren und oberen* Wärme ist.

Hat man sich auf diese Weise des wahren Wärmegrades versichert, so mufs man die zweite Vorsichtsmafsregel anwenden, welche das Barometer betrift und die darin besteht, dafs man sorgt dafs *ruhige Luft* auf dasselbe drückt. — Wenn man das Barometer in einem Schachte hangen hat, zu dem die Wetter stark hinein oder hinausziehen, so ändert dieses den Druck der Luft aufs Queksilber, der im ersteren Falle vermehrt und im letzteren vermindert wird. — Man mufs daher um den Wetterzug zu hemmen, für die Zeit dafs man mifst, den Schacht zu legen. *)

Ueberhaupt haben genaue Barometermessungen in Bergwerken sehr viele Schwierigkeiten; theils wegen des Wetterwechsels und denn auch wegen des Schmutzes der den Beobachter hier von allen Seiten umgibt. Auch liefst sich bey der flackernden Bergmanns Lampe lange so scharf nicht ab, als wenn das Barometer über Tage hängt.

---

*) Herr *Ramond* bemerkte bey seinen Barometermessungen eine Aenderung im Stande des Barometer wenn der Wind senkrecht weht, wie dieses oft der Fall ist. Dafs wir die senkrechte Richtung des Windes so selten bemerken, rührt daher, dafs unsere Windfahnen nur die horizontale anzeigen können.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Herr *von Villefosse* hat bey dem grofsen Nivellement des Harzes, welches er in den Jahren 1804 und 5 machte, mehrere Messungen in und über der Erde an Punkten gemacht, welche durch sehr genaue Markscheider-Nivellements bestimmt waren. Die Resultate derselben findet man in *Gilberts* Annalen der Physik. 1808.

Da es interessant ist zu sehen wie weit solche Messungen von den Markscheider-Angaben abweichen können, so will ich sie nach unserer Regel berechnet, hier folgen lassen. Die Barometer waren Heberbarometer, so wie die *de Lucschen*. Es findet also keine Berichtigung wegen der Haarröhrchenkraft Statt. Das Queksilber war durch mehrmaliges Destilliren möglichst gereinigt, und die Barometer selber waren 8 mal ausgekocht.

1) Den 15. Febr. stand das Barometer an der Hängebank der Grube Dorothea 25,926 Zoll. Der Wärmemesser — 4,°5. Zu gleicher Zeit stand das coresp. Barom. an der Sohle des *Georg Stollens* zu Grund 27,000 Zoll, und der Wärmemesser — 2,5.

Hieraus folgt Höhenuntersch. 977,4 Fufs
Nivellirt zu 922,2

also 52,2 F. zu grofs.

2) Den 20. Febr. stand das Barometer an der Hängebank der Grube Obern Thurn Rosenhof, 26,263 Zoll. Der Wärmemesser + 2,°5.

Zu gleicher Zeit stand das coresp. Barometer zu Grund 27,142 Zoll. Der Wärmemesser + 2°.

Hieraus folgt Höhenuntersch. 814,7 Fuſs
gemessen 793,6

also 19,1 F. zu groſs.

3) Den 23. April 1805 stand das Barometer an der *Hängebank des* obern *rheinischen Weinschachts* 26,223 Zoll. Wärmemesser + 5,°5.

Das coresp. Barometer auf der Sohle des tiefen Georg Stollens in diesem Schachte stand auf 27,000 Zoll. Die Wärme war + 10°.

Hieraus folgt Höhenuntersch. 741,7 Fuſs.
gemessen 699,6

also 42,1 F. zu groſs.

4) An demselben Tage stand das Barometer im Tiefsten der Grube 27,29 Zoll, als die Wärme + 14° war. Bey 10° stand es auf der Stollensohle 27,000 Zoll.

Hieraus folgt Höhenuntersch. 276,5 Fuſs.
gemessen 272,4

also 4,1 F. zu groſs.

5) Vergleicht man den eben angeführten Stand im Tiefsten der Grube mit dem an der Hängebank, so findet man den Höhenunterschied
1012 Fuſs.
gemessen 972

also 40 F. zu groſs.

6) Den 8. April stand das Barometer an der Hängebank des neuen Gesamtschachtes zu Lauterberg auf 27,022 Zoll bey einer Wärme von + 8.

Zu gleicher Zeit stand das cores. im Tiefsten der Grube Luise Christiane 27,562 bey einer Wärme von + 12°.

Hieraus folgt Höhenuntersch. 507,6 Fufs

gemessen 475,0

also 32,6 zu grofs *)

28.

So grofs die Uebereinstimmung unserer Rechnung mit der Messung des Montblanc und des

*) 1. Es ist schwer die Ursache dieser Abweichungen bey einer Messung anzugeben auf die so viele Umstände können gewirkt haben, deren Einflufs sich nur an Ort und Stelle hätte untersuchen lassen. Ich will hier nur an das erinneren was ich oben vom Wetterzuge und von der örtlichen Veränderung der Temperatur gesagt habe. Doch mufs ich hier noch folgenden Umstand aus den Annalen anführen, der daselbst S. 84 angegeben wird. Es wurden 3 Barometer bey diesen Messungen gebraucht, welche übereinstimmend waren. Als eins von diesen den 24. Jan. 1805 mit dem Heberbarometer des physicalischen Cabinets in Göttingen verglichen wurde, so fand sich dafs es 1,8 Linie niedriger stand. Woher diese grofse Verschiedenheit rührte, ob von einer Verschiedenheit im pariser Maafs oder im Queksilber oder in der Haarröhrchenkraft, oder in der Torricellischen Leere das finde ich nicht erörtert.

2. In den Annalen sind alle Angaben von der Queksilbersäule auf den Gefrierpunkt reduciert. Ich habe sie mit derselben Correktion die Herr von Villefosse gebraucht, wieder auf die ursprüngliche Temperatur die sie bey der Beobachtung hatten, zurückgeführt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pic de Bigore ist — (eine Uebereinstimmung auf die ich einen um so gröfseren Wêrth lege, da die Rechnung 1) auf Bestimmungen beruht welche unabhängig von allen Höhenmessungen mit dem Barometer gemacht sind, und da 2) jeder Fehler in diesen Bestimmungen bey der grofsen Höhe der Berge einen sehr merkbaren Einflufs haben mufs) — so kann man doch noch fragen: *Ist diese Regel die genaueste die sich für Höhenmessungen mit dem Barometer geben läfst.*

Mir scheint es, dafs diese Regel unter den bis jetzt bekannten die einfachste und genaueste ist, — und alle Verbesserungen die sich noch anbringen lassen, betreffen nur die schärfere Bestimmung der Elemente auf der sie beruht. — Die Regel an sich ist alt und weder einer Veränderung noch einer Verbesserung fähig, auch beruhen auf ihr alle Formeln fürs Höhenmessen, und selbst die verwickelsten, wie man dieses findet wenn man diese Formelen in ihre Bestandtheile zerlegt.

Die Basis der Regel ist das Mariottische Gesetz, und dieses ist innerhalb den engen Grenzen der Barometermessungen völlig scharf. Dafs dieses Gesetz bey sehr verdichteter und bey sehr verdünter Luft nicht mehr statt finden könne, ist von selber klar. Denn sonst würde unsere Atmosphäre unendlich hoch seyn, wenn die Ausdehnung der Luft keine Grenzen hätte. Eben

so würde man die ganze Atmosphäre in einen Fingerhuth zusammenpressen können, wenn bey der Verdichtung das Mariottische Gesetz ebenfalls keine Grenzen hätte.

Wo die Grenze bey der Verdünnung und wo sie bey der Verdichtung liegt, dafs hat man bis jetzt mit den sorgfältigsten Versuchen in der Physik noch nicht bestimmen können. Die besten Luftpumpen verdünnen 1000 mal. Die Luft ist dann zwar nicht mehr elastisch genug um noch die Ventile zu haben. Allein wenn diese durch die Mechanik der Pumpe gehoben werden, so dehnt sich die Luft immer noch wieder vermöge ihrer Federkraft in den leeren Stiefel aus. Eben so hat man die Grenze für das Zusammenpressen noch nicht finden können, weil man immer noch weiter pressen konnte, als die Maschienen hielten.

Wahrscheinlich ändert sich das Mariottische Gesetz früher ehe die gröfste Verdünnung und ehe die gröfste Verdichtung der Luft eintritt, aber so viel ist sicher, das bey der Verdichtung an der Oberfläche der See und bey der Verdünnung auf dem Chimborasso (welche ungefehr die Hälfte von jener ist) dieses Gesetz vollkommen scharf ist.

Dieses angenommen so können alle Untersuchungen der Naturforscher über das Barometer nur folgende Puncte betreffen, welche alle Elemente für das Höhenmessen enthalten:

1) Wiegt alles Queksilber wenn es etwa 10 oder 12 mal übergetrieben ist, gleich viel, und welches sind die Grenzen, zwischen die seine Verschiedenheiten im Gewichte eingeschlossen sind?

2) Dehnt sich alles Queksilber gleich viel aus bey gleichen Graden der Wärme und wie viel?

3) Wiegt trokene atmosphärische Luft in allen Ländern und in allen Breiten und Höhen bey 28 Zoll Barometerstand und bey der Temperatur des Eispunkts gleich viel?

4) Findet dasselbe bey der Luft statt wenn sie mit Feuchtigkeit völlig gesättigt ist?

5) Wie verhalten sich die Gewichte von vollkommen trockener und von vollkommen feuchter Luft zueinander?

6) Dehnt sich vollkommen trockene Luft für alle Grade der Wärme über und unter Null gleich viel aus?

7) Dehnt sich vollkommen feuchte Luft für alle Grade der Wärme über und unter Null gleich viel aus?

8) Wie verhält sich die Ausdehnung zwischen feuchter und trockener Luft?

9) Welches ist das Verhältnifs zwischen den specifischen Gewichten von Luft und Queksilber bey 28 Zoll, und auf dem Gefrierpunkte?

10) Wie viel beträgt die Haarröhrchenkraft bey den Barometerröhren?

Die Beantwortung dieser Fragen findet sich gröfsentheils schon im vorigen, und die Natur-

forscher können bey diesen Bestimmungen nichts thun als sie zu wiederholen um sie wo möglich noch genauer zu machen, als sie jetzt sind. — Die Meisten dieser Bestimmungen beruhen auf Abwiegungen, welche man entweder mit der gewöhnlichen zweiarmigen Waage oder mit der Queksilberwaage machen kann. Die erstere wählten *Halley* und *Biot*, die zweite *de Luc* und *Ramond*.

Das Verfahren der beyden ersten Naturforscher scheint mir grofse Vorzüge von dem, der beyden letzteren zu haben, denn das Barometer ist zwar eine bequeme Waage, um selbst bey ungünstigem Wetter auf hohen Bergen den Druck der Luft abzuwiegen, aber es ist *keine genaue Waage*. Ein hundertel Zoll ist die Grenze der Genauigkeit, und hat man einen Berg wie den Chimborasso auf dem man das Queksilber 14 Zoll zum Fallen bringt, so kann man den Druck der Luft doch nur auf $\frac{1}{1400}$ des Ganzen abwiegen. Hingegen eine Waage wie die von *Ramsden* welche mit 6 Pfund beschwert, noch für ein Milliontheil Ausschlag gibt wird diese Bestimmungen viel genauer und in einer viel kürzeren Zeit machen, da man im Zimmer wiegen kann *was* und *wenn* man will, und man also bey diesen seinen Untersuchungen nicht von der Witterung und der Jahrszeit abhängt.

Uebrigens hüte man sich an diesen Elementar-Bestimmungen irgend eine Veränderung an-

zubringen, um sie mit dieser oder jener Beobachtung in Uebereinstimmung zu bringen, die man mit dem Barometer auf einem nivellirten Punkte angestellt hat. Will man dieses thun so erhält man am Ende so viele Regeln, als es Barometer und Beobachter gibt und die Tafeln fürs Höhenmessen müfsen denn so eingerichtet werden, wie des Herrn *von Bojatzki* sein geistliches Schatzkästlein, nemlich auf alle Tage im Jahr eine besondere. — Man vergleiche nie Barometermessungen mit anderen als grofsen Höhen, die genau trigonometrisch gemessen sind; oder will man sie mit kleinen vergleichen, so mache man wie Herr *de Luc* wenigstens hundert Beobachtungen, und nehme aus diesen das Mittel. — Will man einzelne Beobachtungen nehmen und aus diesen Schlüsse ziehen, nach denen man die Regel ändert, so kommt man in den Fall *Bouguers* mit seinen Versuchen in Peru über die Dichtigkeit und den Widerstand der Luft, von denen *La Lande* sagte, dafs die krumme Linie, die sie darstellten, eher die Curve von *Bouguer* seinen begangenen Beobachtungsfehlern als die Curve des Wiederstandes sey. Dadurch, dafs man die einfachen Regeln von *Mariotte* und *Halley* verliefs, und für jede neue Beobachtung eine neue Regel angab, ist der Wust von Regeln entstanden, welche wir bey den Naturforschern des vorigen Jahrhunderts finden, und die durch die Widersprüche unter sich, die Barometermessun-

gen fast um allen Glauben brachten. — Diese Erscheinung darf sich in der Geschichte der Physik nicht wiederholen, und man darf keine Veränderung mit den angeführten Elementen vornehmen, ohne dafs man die Gründe angeben kann *warum?* und diese Gründe müssen völlig unabhängig von der Barometer-Beobachtnng seyn, wegen deren man die Veränderung vornehmen will.

29.

Was die Genauigkeit der Barometermessungen betrift, so kann man annehmen, dafs unter günstigen Umständen und bey mittlern Höhen von etwa 3000 Fufs die Ungewifsheit einer einfachen Bestimmung nur auf 10 bis 15 Fufs geht. — Hiebey wird vorausgesetzt, dafs beyde Barometer nicht über 2 oder 3 Stunden von einander entfernt sind. Sind sie entfernter und sind die Höhen gröfser, so kann die Ungewifsheit auf 20 bis 30 Fufs gehen. — Bey grofsen Höhen von 8 bis 12000 Fufs und bey gröfseren Entfernungen der Barometer, kann die Ungewifsheit auf 40 bis 50 Fufs gehen. — Hiebey ist aber nur immer von einer einzelnen Bestimmung die Rede. — Wenn man die Höhe eines Berges zehn oder zwanzigmal mit dem Barometer mifst, so wird die Ungewifsheit in der Bestimmung nur ein paar Fufs betragen. — Bey Barometermessungen ist es wie bey allen anderen Messungen, die grofse Genauigkeit erreicht man nur durch

Wiederholen. So wird bey Gradmessungen jeder Winkel wenigstens hundertmal gemessen.

30.

Der Nutzen der Höhenmessungen mit dem Barometer ist so manigfaltig, dafs man sie nicht genug empfehlen kann. Das erste Interesse haben sie für den Naturforscher und den Geographen. Denn nicht allein die geographische Länge und Breite eines Ortes bestimmt seine Lage, sondern auch die Länge der Queksilbersäule im Barometer, welche von seiner Erhöhung über dem Meere abhängt. Und diese letztere hat auf sein Clima einen ungleich gröfseren Einflufs als seine geographische Breite, — ob das Queksilber zwei Zoll höher oder tiefer steht, ändert die Vegetation mehr als 10 Breitengrade. ———Der Reisende durchzieht lachende Ebenen, aber er bemerkt, dafs sich allmählig die Natur ändert und ihn die üppige Fülle der Vegetation verläft, die ihn begleitete. So wie er weiter kommt, wird der Wachsthum der Pflanzen immer dürftiger — die Natur des Erdreichs scheint sich nicht geändert zu haben, und doch umgeben ihn endlich nur noch verkrüppelte Zwergtannen, Flechten und Moose; — er sieht keinen Obstbaum, keine Blume, keine Gartenpflanze. Und was ist die Ursache? — Er sieht nach seinem Barometer und findet sie. Dieses ist zwey oder drey Zoll gefallen, und er sieht, dafs er, ohne dafs

er es merkte, zwey oder drey tausend Fuſs in ein paar Tagereisen gestiegen ist. — Diese Erscheinung fällt in unsern Gegenden jedem Reisenden auf, der aus dem Rheinthale nach dem kölnischen Süderlande oder nach dem Westerwalde kommt.

Der Staatsmann, der eine genaue Kenntniſs des Landes bedarf, welches er verwaltet, ist bey den Höhen der Bergketten und bey den Tiefen der Thäler fast noch mehr interessirt als bey der genauen geographischen Bestimmung der Hauptorte. — Ob von einer Stadt zur anderen 1000 Fuſs mehr oder weniger sind, hat bey der Anlegung der Landstraſsen auf die Berathschlagung keinen Einfluſs. Aber in einem gebürgigten Lande hat es einen sehr groſsen Einfluſs aufs System der Landstraſsen, ob man diese oder jene Gebürgskette übersteigen will, wovon die eine 3 oder 500 Fuſs höher als die andere liegt. — Die Anlegung der Landstraſsen kostet gewöhnlich Millionen, — und wie sie in einem Lande zweckmäſsig und mit den wenigsten Kosten können angelegt werden, läſst sich erst bestimmen, wenn man die Höhe der Haupt-Gebirgszüge und die Tiefe der Haupttheile mit dem Barometer nivellirt hat. Wenn man, wie gewöhnlich geschieht, eine einzelne Weglinie invellirt, so lehrt dieses wenig, weil man hieraus nicht beurtheilen kann, ob nicht eine andere Lage der Heerstraſsen vortheilhafter sey.

Denselben Einfluſs, den die Kenntniſs aller Profile des Landes auf die Anlegung der Landstraſsen hat, hat sie auf die Anlegung der Kanäle, um im Ganzen zu bestimmen, wie sie am vortheilhaftesten zu leiten sind. — Ist das System der Kanäle im Ganzen entworfen, dann muſs freylich durch genaues Nivelliren mit den Wasserwagen alles näher bestimmt werden. Allein um eine groſse Menge Nivellements zu erhalten, welche eine allgemeine Uebersicht übers Land geben, gibt es kein besseres Instrument als das Barometer. — Wie manches Nivellement unterbleibt, weil es schwierig ist, und es unterblieb vielleicht nicht, wenn man Barometer hätte. Bey den reichen Kohlenbergen an der Ruhr gehen alle Stollen ins Ruhrthal. — Die Ruhr ist ein schnell fliessender Bergfluſs, und sein Bette liegt hoch. — Hinter den Bergen, die sie einschliessen, flieſt in einer Entfernung von zwey Stunden die *Emscher*. Diese ist ein schleichender Moorfluſs, der sich langsam durch die Brüche windet. — Beyde die Ruhr u. die Emscher fallen in den Rhein. Die letztere soll über 100 Fuſs niedriger liegen als die Ruhr, und es soll vortheilhaft seyn, die Stollen von der Emscher hinauf unter der Ruhr her in die Flöze zu treiben. — Ein Nivellement hat in der Gegend viele Schwierigkeiten, mit einem Barometer hätte sich diese Frage leicht entscheiden lassen. Wird durch ein künftiges Nivellement es entschieden, daſs

es vortheilhafter ist, die Stollen von der Emscher herauf zu treiben, dann sind die Hunderttausende verlohren, die auf den Erbstollen verwendet werden, der jetzt von der Ruhr heraufgetrieben wird.

Wie wichtig für den Militär die Kenntnifs der Höhen ist, hat die Geschichte der letzten Feldzüge bewiesen. — Ob diese oder jene Militärstrafse gewählt werde, — ob die eine 500 F. mehr Steigung hat als die andere, — hat auf die Transportkosten der Magazine, der Bagage, der Artillerie mehr Einflufs als der Preis aller Barometer beträgt, die seit *Toricelli* in Europa gemacht sind.

Wie unentbehrlich für den Geologen, der aus den Trümmern einer untergegangenen Vorwelt, die er in den Gebirgen findet, Schlüsse auf die Urgeschichte unseres Erdballs macht, die Höhenmessungen mit dem Barometer sind, bedarf wohl keines Beweises. — Wenn man die versandeten Palmenwaldungen besucht, welche in der Nähe von *Frechen* und *Liblar* als Braunkohlenlager verschüttet sind, so findet man diese auf dem rechten Rheinufer bey Gladbach und am Pützchen wieder, wo sie aber wie das Barometer zeigt, schon höher liegen. Geht man bis zum Westerwalde, so trift man sie wieder — aber wieder wie das Barometer zeigt, in einer gröfseren Höhe. —

Folgt man dem Rhein bis Andernach, so hört man, dafs auf dem Gebürge ein See liege. —

Man steigt langsam bergan — und kommt nach dem Lacher Kloster, — und findet vor dieser alten Abtei eine grofse Wasserfläche mit einem Wallgebürge umgeben, so wie die Crater im Monde. Dieses ist der See, der zwey Stunden im Umfange hat. — Man sieht nach dem Barometer und sieht, dafs der Wasserspiegel dieses ausgebrannten Vulkans 666 Fufs über dem Rheine liegt. — In der Nähe liegen die berühmten Lawa Brüche von Menning, aus denen die Mühlensteine gehauen werden. — Der See hat 40 Quellen und eine Tiefe von 200 Fufs. Sein Ausfluſs ist ein starker Mühlbach. Man sieht aus dem Fallen des Queksilbers, dafs hier die gröfsten Fontänen zu machen wären, gegen die die Fontainen von Versalles, Herrenhausen und Cassel als unbedeutende Springbrunnen erscheinen.

De Luc fand bey einer seiner Bergreisen, Schaalen von Seethieren oben auf einem Gebirge. Er sah nach seinem Barometer und fand, dafs er 7800 Fufs über der Oberfläche des Meeres stehe.

27.

Der Ingenieur ist oft in dem Falle von dem Barometer einen ganz eigenen Gebrauch zu machen, welcher bis jetzt den praktischen Geometern noch wenig bekannt war. Nemlich *eine Standlinie mit ihm zu messen.* Es ist bekannt wie schwierig die Aufnahme eines sehr gebirgig-

ten Landes ist, wie z. B. die Schweiz, Tirol, die Pyrenäen u. s. w. Man findet fast nirgend eine Ebene, wo sich eine Standlinie von 8 oder 10000 Fufs messen läfst, und hat man auch eine in einem Thale gefunden, so liegen ihre Endpuncte doch so zwischen Bergen, dafs man vor lauter Bergen die Berge nicht sehen kann, die zur Bildung der Dreyecke dienen sollen. Ist man endlich so weit gekommen, dafs man auch ein paar Punkte auf den Bergen fest gelegt hat, so wird doch die Dreyeckkette immer wieder unterbrochen, weil man von allen drey Punkten nicht alle drey Punkte sehen kann.

Denn wenn man z. B. von *a* den Pnuct *b* und *c* sehen kann,

Fig. 4.



so kann man noch kein Dreyeck machen, wenn ein dazwischen liegender Berg verhindert, dafs

man von *b* nach *c* sehen, weil man die Winkel bey *b* und *c* nicht messen kann. Nur in dem Falle kann man die Länge der Linie *b c* berechnen, wenn man die Länge von *a b* und *a c* kennt, und den Winkel bey *a*. Dieser Fall ist aber beym gewöhnlichen Triangulieren selten, und unter fünfzig Dreyecken sind oft keine zwey in denen man zwey Seiten mit dem eingeschlossenen Winkel kennt. Der gewöhnlichste Fall ist der, dafs man zwey Winkel und eine Seite kennt, aus denen man dann die beyden andern Seiten berechnet.

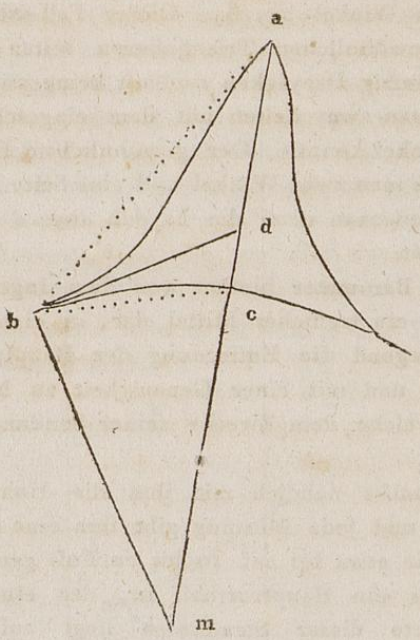
Das Barometer biethet nun dem Ingenieur-Officier ein treffliches Mittel dar, in einer solchen Gegend die Entfernung der Hauptpuncte schnell, und mit einer Genauigkeit zu bestimmen, welche dem Zwecke seiner Sendung entspricht.

Er mifst nemlich mit ihm die Höhe der Berge, und jede Messung gibt ihm eine Standlinie, die etwa bis auf 10 bis 20 Fufs genau ist, und was ein Hauptvortheil ist, der eine der Endpuncte dieser Standlinien liegt auf dem Gipfel des Berges, also da, wo er die weiteste Aussicht hat nnd ihn am meisten gebrauchen kann. — Der andere Endpunct der Standlinie liegt zwar im Fufse des Berges, wo er weder hinkommen, noch hinsehen kann. Aber dieses thut nichts, wie wir bald sehen werden.

Liegen nun mehrere Orte um den Berg

herum, deren Entfernung er bestimmen will, so verfährt er dabey auf folgende Weise.

Fig. 5.



Er beobachtet das Barometer auf der Spitze des Berges in *a* und läfst ein zweites in *b* beobachten. Hierdurch erfährt er den Höhenunterschied zwischen *a* und *b*, oder wie viel weiter *a* vom Mittelpunct der Erde *m* entfernt ist, als *b*. Dieses ist die Länge der Standlinie *a c* in

dem Dreyeck *a b c*. Dann mifst er bey *b* mit einer Wasserwage den Höhenwinkel auf die Spitze des Berges; eben so mifst er von *a* den tiefen Winkel auf *b*. Er kennt also in dem Dreyeck *a b c* eine Seite und zwey Winkel und kann die beyden andern Seiten berechnen.

Die Längen die er hierdurch erhält, sind aber noch nicht die wahren, sondern diese bedürfen, wegen der Krümmung der Erde, noch einer kleinen Berichtigung.

In *b* steht die Wasserwage nemlich so, dafs sie eine berührende Linie (Tangente) bildet, welche gehörig fortgesetzt die Linie *a c* in *d* schneidet. — Es ist leicht aus der bekannten Gröfse der Erdkugel eine Tafel zu berechnen in der man nachsieht, wie viel dieses *d c* beträgt, sobald man die Entfernung des Punctes *b* von der Achse des Berges sehr nahe kennt. — Gesetzt die Berghöhe *a c* beträgt 5000 Fufs. Die Entfernung des Punctes *b* soll 4 Stunden oder 48000 seyn, so beträgt der Unterschied zwischen der scheinbaren und wahren Horizontal-Linie 56 Fufs.

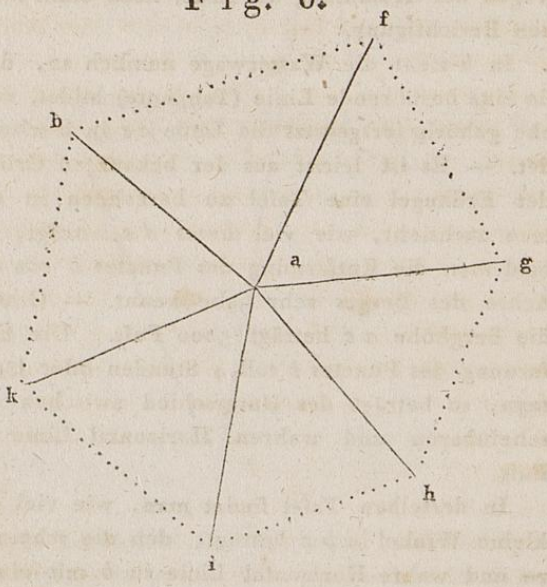
In derselben Tafel findet man, wie viel der kleine Winkel *d b c* beträgt, den die scheinbare und wahre Horizontal-Linie in *b* mit einander machen. In diesem Falle würde er 3 Minuten 53 Secunden betragen. Diesen Winkel addirt man zum gemessenen Höhenwinkel und berechnet nun das Dreyeck *a b c* aufs neue, wo man

dann die wahre horizontale Entfernung von *b* und *c* findet.

Auf diese Weise kann man die Entfernung aller Orte *b*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, die um den Berg liegen bestimmen. Diese Entfernung bezieht sich aber blos auf die Achse des Berges, welches aber nicht hinreicht, sie in eine Karte zu bringen.

Es sey daher in folg. Fig. *a* der Mittelpunct

Fig. 6.



des Berges und *b*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, die Orte welche um den Berg herum liegen, so mifst man von der Spitze des Berges die Winkel zwischen ihnen, z. B. *b a f*, *f a g* u. s. w. Diese Win-

kel kann man nun leicht auf den Horizont reducieren, da man die Tiefenwinkel schon kennt und man berechnet nun die sechs Dreyecke die um den Punct *a* herumliegen, da in jedem zwey Seiten, nebst dem eingeschlossenen Winkel, bekannt sind.

Man sieht, wie leicht es auf diese Weise für den gebildeten Ingenieur ist, sich mit Hülfe des Barometers auch in solchen schwierigen Fällen zu helfen, wo ihn die gewöhnlichen Hülfsmittel verlassen. *)

Ich habe hier das Verfahren mit Hülfe des Barometers eine Standlinie zum trianguliren zu messen nur im allgemeinen darstellen wollen. Das Ganze gehört in die Trigonometrie. In dieser werden auch die Tabellen, die hiebey gebraucht werden, mitgetheilt, worunter die die wichtigsten sind, die sich auf die Strahlenbrechung beziehen, mit denen man die gemessenen Höhen und Tiefen-Winkel verbessern muſs.

---

*) Freylich muſs er etwas mehr Kenntnisse besitzen als manche von den Herren, die sich für Topographen ausgeben, und deren ganze Wissenschaft blos im Zeichnen und im Aufnehmen mit Schritten besteht. Diese haben es in der Rechenkunst gewöhnlich nicht weiter als bis zu den vier Species gebracht, und es fällt ihnen schon zu schwer, wenn sie den Maasstab einer Karte, der in rheinischen Ruthen ist, in Meter reducieren sollen. Von solchen darf man nicht fodern, daſs sie Dreyecke berechnen und Winkel auf den Horizont reducieren sollen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aus dem bisherigen sieht man, wie mannigfaltig der Gebrauch der Barometermessungen ist. Es schien mir daher nützlich zu seyn, eine faſsliche Anweisung zur Berechnung derselben bekannt zu machen, damit der Laie durch keine gelehrte Formeln abgeschreckt werde, sich mit diesen nützlichen Messungen zu beschäftigen. Wir haben gesehen, daſs das Abwiegen mit der Queksilberwage auf sehr einfachen Gründen beruhe, und daſs hiezu aller der Gelehrsamkeit nicht bedarf, welche verschiedene Schriftsteller hiebey deswegen vielleicht gezeigt haben, weil sie selber keine klare Idee davon hatten, was das Barometer ist und was es nicht ist. Es ist das sicherste Mittel nicht verstanden zu werden, wenn man eine unbedeutende Sache mit einer wichtigen Miene vorträgt. Man erzähle jemand eine unbedeutende Sache mit einer wichtigen ernsten Miene; er wird sie nicht verstehen, und glauben, das Rechte käme noch, oder es läge ein geheimer Sinn versteckt. — So habe ich mehrmals gesehen, daſs Leute, die dreymal mehr Mathematik kannten als nöthig war, um diese Lehre selbst bey dem gewöhnlichen Vortrage zu begreifen, die sie doch nicht verstanden, weil sie immer meinten, das Wichtige käme noch, und das, was sie verstanden, sey noch immer nicht das Rechte.

Diesem gelehrten Vortrage ist es zum Theil zuzuschreiben, daſs während 70 Jahren so we-

nig zur Vervollkommung dieser Lehre geschah. Hätte man das, was man in gelehrten Formeln vortrug, in schlechten Worten ausgedrückt, wie *Lessing* sagt, so hätte es vielleicht mancher Uhrmacher oder Glasarbeiter begriffen, und unter diesen wäre vielleicht einer gewesen, der wie *de Luc* den Anfang mit dem Anfange gemacht, nemlich mit der Verbesserung der Barometer. — Hätte man die *Mariottische* Schichtmethode beybehalten, so wäre man vielleicht früher auf dasjenige gefallen, worauf es bey Barometermessungen allein ankommt; nemlich die specifischen Gewichte von Luft und Queksilber durch Abwiegen genau zu bestimmen, und zugleich die Ausdehnung von beyden durch die Wärme. — Dadurch, dafs man diese Bestimmungen durch das Barometer selber machen wollte, verwickelte man sich in grofse und weitläuftige Schwierigkeiten; — man übersahe den Umstand, dafs das Barometer zwar eine Wage ist, aber eine solche, die eine so starke Reibung hat, dafs sie schon nach drey oder vier Schwingungen still steht, und sie daher zu genauen Abwiegungen nicht so geschickt ist wie die gewöhnliche Doppelarmige. — Diese starke Reibung macht zwar von der anderen Seite das Barometer zu einer Wage, die man auch da gebrauchen kann, wo auch die feinste Ramsdensche unbrauchbar ist, nemlich auf der schwankenden See und auf windigen Bergspitzen, allein zu so feinen Be-

stimmungen als die der Gewichte von Luft und Queksilber, welche man im ruhigen Zimmer macht, bleibt eine zweyarmige Wage immer geschickter, und dafs man *Halleys* Beyspiel nicht befolgte, hat nicht wenig dazu beygetragen, dafs diese Lehre während mehr dann einem halben Jahrhundert nicht allein keine Fortschritte machte, sondern bedeutende Rückschritte.

Es wird angenehm für mich seyn, wenn diese einfache Darstellung des Höhenmessens mit dem Barometer etwas dazu beyträgt, richtige Begriffe hierüber zu verbreiten, und die Liebhaberey an diesen Messungen, zu vermehren. — Es ist nicht zu bezweifeln, dafs so wie gute tragbare Barometer allgemeiner werden, so werden es auch die Höhenmessungen, denn diese sind so angenehm und die Rechnung ist so leicht, dafs kein Liebhaber der Naturkunde, der in einer gebirgigten Gegend wohnt, sich das Vergnügen versagen wird, die Tiefe der benachbarten Thäler und die Höhe der Berge zu messen, die seinen Wohnort umgeben.

Düsseldorf, gedruckt bey Hofkammerrath Stahl.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

NACHSCHRIFT.

Als diese Bogen schon abgedruckt waren, so erhielt ich den *Junius* und *Julius* vom *Journal de Physique* 1810, in denen eine vortrefliche Abhandlung von *Daubuisson* (Jngenieur des Mines) über die Höhenmessungen mit dem Barometer steht, die mit zu dem besten gehört, was über diesen Gegenstand ist geschrieben worden. Die Abhandelung hat 3 Abschnitte. Im ersten gibt er die Entwickelung der Theorie. Im zweiten zehn Höhenmessungen auf dem Monte Gregorio in den Piemontesischen Alpen, die er mit der trigonometrischen Messung desselben Berges vergleicht; und im dritten untersucht er die Fehler die möglicherweise bey einer Barometermessung Statt finden können, nach den mehr oder minder günstigen Umständen unter denen sie angestellt worden. Dieser Abschnitt ist der interessanteste. Er ist mit einer Klarheit und einer Gründlichkeit abgefaſst, die man bis jetzt noch nicht bey der Untersuchung der Fehlergrenze bey Barometermessungen kannte.

Die Höhe des Berges wurde mit einem Dreyeck bestimmt, in dem alle Höhenwinkel mit dem Wieholungskreise gemessen waren. Sie fanden sie zu

1708,4 Meter oder 5259,3 Fufs. Die Genauigkeit dieser trigonom. Höhenmessung gieng auf 1 bis 2 Fufs. Die Barometer und Thermoter waren von Herr *Fortin* in Paris mit aller Sorgfalt gearbeitet.

An der untern Station hing das Barometer auf einer Wiese im Schatten eines Baumes. Das Thermometer hing 12 Fufs von der Erde an einer aufgeflikten Pappel, 1 Fufs vom Stamme. Auf diese Weise wurde alle örtliche Erwärmung vermieden, die im October auch wohl so stark nicht ist als mitten im Sommer.

Oben hingen Barometer und Thermometer ebenfalls im Schatten, und es wurde dieselbe Sorgfalt darauf verwendet, afso das Lufthermometer keine örtliche Erwärmung, statt der Allgemeinen zeige, die in dieser Höhe im freien statt findet. — Die Beobachtungen wurden um Mittag gemacht und jedesmal fünfmal abgelesen. — Oben beobachtete Hr. *Daubuisson* und unten Hr. *Mallet*, Ingenieur en chef des ponts et chaussées. Die Beobachtungen sind so bekannt gemacht worden, wie jeder sie aufgeschrieben, ehe er sie dem andern mittheilte. Da es selten ist, so genaue Barometermessungen an einem trigon. bestimmten Punkte zu erhalten, so will ich sie hier alle abdrucken lassen, und sie zugleich nach meinen Tafelen berechnen, da sie ein sehr scharfer Prüfstein für die Genauigkeit derselben sind. — Ich habe die Millimeter und Decimalgrade in pariser Zoll und 80 Theilige verwandelt; weil hiernach unsere Tafeln berechnet sind.

1809	*Untere Station.* Druck der Luft.	Wärme. des Queks.	Wärme. der Luft.	*Obere Station.* Druck der Luft.	Wärme. des Queks.	Wärme. der Luft.	Mittlere Wärme der Luftsäule.
Octb.	*Paris. Z.*	*G. R.*	*G. R.*	*Paris. Z.*	*G. R.*	*G. R.*	*G. R.*
1	27,300	17,4	14,8	22,207	7,5	5,8	10,3
4	27,612	12,9	12,4	22,395	3,3	1,8	7,1
7	27,497	15,0	14,9	22,548	7,0	3,0	9,0
8	27,494	15,0	14,7	22,326	4,7	2,6	8,6
17	27,418	15,9	16,0	22,351	8,4	7,9	11,9
18	27,532	15,6	15,6	22,425	8,9	7,9	11,8
20	27,625	13,3	13,0	22,473	8,5	6,5	9,8
25	27,842	14,7	14,3	22,719	10,3	10,0	12,2
30	27,512	10,9	10,9	22,279	3,1	0,6	5,8
31	27,388	10,9	10,6	22,188	1,9	1,4	6,0

Octbr. 1809.	Berechnete Höhe.	Unterschied in Fuſs	Unterschied in Th. d. Ganz.	Winde.	Witterung unten	Witterung oben
1	5260	+ 1	$\frac{1}{5259}$	NNO ſtark	Sehr ſchön.	Schön s. 10u.
4	5252	— 7	$\frac{1}{751}$	sso ſchw.	Sonne.	In d. Wolken
7	5240	— 19	$\frac{1}{276}$	desgl.	desgl.	desgl.
8	5265	+ 6	$\frac{1}{877}$	s o	desgl.	desgl.
17	5270	+ 11	$\frac{1}{478}$	s w ſchw.	Sehr ſchön.	Sehr ſchön.
18	5275	+ 16	$\frac{1}{329}$	s. b. ruh.	Bedeckt.	Hoher Neb.
20	5274	+ 15	$\frac{1}{352}$	s. w. ſchw.	desgl.	Regen 1 Uhr
25	5257	— 2	$\frac{1}{2629}$	desgl.	Sehr ſchön.	Schön.
30	5279	+ 20	$\frac{1}{263}$	s o	Bedeckt.	In Wolken.
31	5266	+ 7	$\frac{1}{751}$	desgl.	Sonne.	Sonne u. unterh. Wolk.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das Mittel aus allen Messungen ist 5263,8 Fufs. Die Trigonometrische ist 5259,3 Fufs. Also Unterschied 4,5 Fufs oder $\frac{1}{1168}$ des Ganzen.

Man sieht aus dieser Vergleichung sowohl die Genauigkeit der Beohachtungen, als auch die Genauigkeit der Tafeln. Keine Beobachtung weicht um $\frac{1}{250}$ von der trigon. Messung ab, und das Mittel aus allen nur $\frac{1}{1168}$ oder $4\frac{1}{2}$ Fufs. Allein die Lage war auch bey diesen Messungen äusserst günstig. Die Barometer waren in gerader Linie, nur ein paar Stunden von einander entfernt; das eine am Fufs des Berges und das andere auf dem Gipfel, und zwischen ihnen war kein anderer Berg von gröfserer Höhe. — Wenn unter weniger günstigen Umständen und in gröfseren Entfernungen die Barometermessungen nicht diese Genauigkeit haben, so liegt dieses weder an dem Barometer noch an den Tafeln, und man mufs den Fehler da nicht suchen, wo er nicht ist.

Man kann gegenwärtig den theoretischen sowohl als den praktischen Theil der Höhenmessungen als vollendet ansehen. Alle Verbesserungen können in Zukunft nur Kleinigkeiten betreffen, und man kann mit ziemlicher Sicherheit sagen, dafs man über hundert Jahre, nicht bedeutend genauer mit dem Barometer wird messen können als jetzt, denn die Sohwierigkeiten die in der Veränderlichkeit der Atmosphäre liegen, bleiben immer dieselben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Verbesserungen.

1. S. 34. Zeile 16 soll die Zahl 24489 Fuſs heiſsen 24486 Fuſs oder 4081 Toisen. Diese Zahl kommt öfter vor. Der Fehler von 3 Fuſs ändert aber eine Höhe; selbst wie die vom Montblanc noch nicht um 2 Fuſs,

2. S. 113 sollen die letzten Zeilen heiſsen:

Nach §. 15 ist die Höhe des Pic. = 7991 Fuſs.
Wegen Abnahme der Schwere + 24

Barom. Messung 8015
Trigonom. Mess. 8044

Also Unterschied = 29 Fuſs.
oder $\frac{1}{277}$ des Ganzen.

3. S. 114 sollen oben die ersten Zeilen heiſsen:

Die Höhe des Montblanc fanden wir 13545 Fuſs.
bis auf den See . . . 78
für Abnahme der Schwere 45

Nach der Barom. Messung 13668
Nach der Trig. von *Tralles* 13659

Unterschied = 9 Fuſs.
oder $\frac{1}{1500}$ des Ganzen.

Auf dieselbe Weise sind die Zahlen S. 115 zu verbessern. Diese sind nach den fehlerhaften Elementen aus dem *Memorial topographique* berechnet. Erst später erhielt ich in der Schweiz die Original-Beobachtungen von *Saussure*, nach denen ich die Elemente S. 100 aufs neue redu-

ciert, und nach diesen dann die Höhe des Montblanc aufs neue berechnet habe. Diesen Fehler habe ich mit Hülfe von Cartons verbessert. Die Reduktionsfehler in der M. C. und im Memorial sind wahrscheinlich dadurch entstanden, dafs Herr *von Saussure* seine Beobachtungen in der unverständlichen *de Lucschen* thermometer Sprache vorgetragen hat, aus der man sie nur mit Mühe wieder rückwärts in die Sprache des täglichen Lebens übersetzen kann.

4. S. 118 ist im Beyspiele von der Berechnung des Chimborasso die Queksilbersäule statt auf die mittlere Temp. der Luftsäule auf die Temp. der Station gebracht worden. Verbessert man diesen Fehler, so steht die Rechnung also:

Humboldt beobachtete das Barometer zu 13,933 Zoll, als das Queks. + 8° und die Luft — 1,°3 R. war.

Unten stand das Barometer an der See, 28,142 Z. als Luft und Queksilber + 20,°2 R. war. Die mittlere Wärme der Luftsäule war also 9,°4.

Bey 9,°4 war die untere Queksilbersäule	= 28,072 Log.	= 93994
Bey 9,4 war die obere Q. Säule . .	= 13,938 Log	= 23908
Untersch. der Logar.		= 70086
Bey 9,°4 ist die Länge der Luftsäule		= 25593 F.
Beydes multip. gibt		= 17919 F.
Wegen Abnahme der Schwere in senkr. Richtung		+ 64
Wegen Abnahme in der Breite . .		+ 50
Höhe des Chimborasso		= 18033 F.
Herr *Oltmanns* findet sie		= 18084
Unterschied		= 51

Dieser Unterschied rührt daher, dafs Herr *Oltmanns* bey seinen Tafeln die *Rammondsche* Betimmung des Verhältnisses in den Gewichten von Luft und Queksilber und ich bey den meinigen die *Biotschen* zum Grunde gelegt habe.

5. Das S. 124 angeführte Beyspiel vom Montblanc ist ebenfalls nach den unrichtig reducierten Elementen berechnet und mufs auf folgende Weise verbessert werden:

Das Barometer stand auf dem Montblanc, als das Queks. eine Wärme von + 1°,2 R. hatte, auf 16,022 Zoll. Die Wärme der Luft war — 2,°3 R. An der See sollte die Wärme der Luft 17,8 Grad seyn, und das Barometer bey 10 Grad R. auf 28,180 Zoll stehen.

Die mittlere Wärme der Luftsäule wäre 7,7 Grad.

Bey 7,°7 ist	16,022 =	16,045 Log. 38056
Bey 7,7 ist	28,180 =	28,117 Log. 94154
		56098
Für 7,°7 gibt die Taf. §. 14 .		= 25388
Beydes multipl. gibt		= 14242
Berichtig. wegen der Schwere		48
Berechnete Höhe		14290
Die wahre ist		14793
Unterschied =		503

oder $\frac{1}{29}$ des Ganzen.

6. S. 132 ist beym Grosglokner ein Rechnungsfehler, der auf folgende Weise mufs verbessert werden:

Hieraus folgt Höhe des Berges =	3614 F.
Für die Abnahme der Schwere =	+ 10
Barometrische Messung	3624
Trigon. Messung . .	3630
Unterschied =	6 F.

oder $\frac{1}{606}$ des Ganzen.

7. S. 136 ist bey den Höhenmessungen des Herrn *von Villefosse* vergessen worden, das Queksilber auf die mittlere Temp. der Luft zurückzuführen. Bringt man diese Correktion an, so stehen sie also:

	Barom.	Nivell.	Untersch.
Nro. 1,	966,3 F.	922,2 F.	+ 44,1 F.
2.	811,4	793,6	+ 17,8
3.	714,5	699,6	+ 14,9
4.	249,4	272,4	— 23,0
5.	968,0	972,0	— 4,0
6.	491,5	475,0	+ 16,5

Die Ursache dieser Abweichungen liegt wohl meistens im fehlerhaften Ablesen bey der ungünstigen Beleuchtung in Bergwerken. Vielleicht auch mit im Barometer, da es 1,8 Linien niedriger stand, als das Goettinger. Gute Barometer weichen nie so viel von einander ab — selbst mittelmäfsige thun es nicht einmal. Ich habe von Frankfurth bis Cuhr in Graubünten 20 Barometer mit meinem Reisebarometer verglichen — und alle zeigten bis auf 1, 2, 3 bis 4 hundertel Zoll dieselbe Höhe wie dieses; obschon in den 20 Barom., die miteinander verglichen wurden, gewifs allerhand Queksilber war, da sie in Engelland, Frankreich, Deutschland und der Schweiz von ganz verschiedenen Künstlern waren gemacht worden.

Auch ist das Gewicht des Queksilbers immer aehr nahe, so wie ich es Seite 109 nach *Fourcroy* dngegeben habe. *Biot* fand es ebenfalls bey seinen sehr genauen Abwiegungen 13,59 bis 13,60. das des Wassers = 1 gesetzt. Bey den andern Ansaben liegt der Fehler nicht am Queksilber, sondern an den Abwiegungen.

TAFEL

der

natürlichen Logarithmen

aller Zahlen,

von 1300 bis 2900.

Die Kennziefer 7 ist bey allen weggelassen, und blofs der Decimalbruch mit sechs Stellen gedruckt.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100theile des Zolls.	Logarithmen.	100theile des Zolls.	Logarithmen.	100theile des Zolls.	Logarithmen.
0	170120	35	196687	70	222566
1	170888	36	197435	71	223296
2	171657	37	198184	72	224025
3	172425	38	198931	73	224753
4	173192	39	199678	74	225481
5	173958	40	200425	75	226209
6	174724	41	201171	76	226936
7	175490	42	201916	77	227662
8	176255	43	202661	78	228388
9	177019	44	203406	79	229114
10	177782	45	204149	80	229839
11	178545	46	204893	81	230563
12	179308	47	205635	82	231287
13	180070	48	206377	83	332010
14	180831	49	207119	84	232733
15	181592	50	207860	85	233455
16	182352	51	208600	86	234177
17	183112	52	209340	87	234898
18	183871	53	210080	88	235619
19	184629	54	210818	89	236339
20	185387	55	211557	90	237059
21	186144	56	212294	91	237778
22	186901	57	213032	92	238497
23	187657	58	213768	93	239215
24	188413	59	214504	94	239933
25	189168	60	215240	95	240650
26	189922	61	215975	96	241366
27	190676	62	216709	97	242082
28	191429	63	217443	98	242798
29	192182	64	218177	99	243513
30	192934	65	218910	100	244228
31	192686	66	219642		
32	194437	67	220374		
33	195187	68	221105		
34	195937	69	221836		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000074.

Geom. Reihe.	Arithm. Reieh.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Loga-rithmen.	100th. des Zolls.	Loga-rithmen.	100th. des Zolls.	Loga-rithmen.
0	244228	35	268920	70	293018
1	244942	36	269617	71	293698
2	245655	37	270313	72	294377
3	246368	38	271009	73	295056
4	247081	39	271704	74	295735
5	247793	40	272398	75	296413
6	248504	41	273093	76	297091
7	249215	42	273786	77	297768
8	249926	43	274480	78	298445
9	250636	44	275172	79	299121
10	251345	45	275865	80	299797
11	252054	46	276556	81	300473
12	252762	47	277248	82	301148
13	253470	48	277939	83	301822
14	254178	49	278629	84	302496
15	254885	50	279319	85	303170
16	255591	51	280008	86	303843
17	256297	52	280697	87	304516
18	257003	53	281386	88	305188
19	257708	54	282074	89	305860
20	258412	55	282761	90	306531
21	259116	56	283448	91	307202
22	259820	57	284135	92	307873
23	260523	58	284821	93	308543
24	261225	59	285507	94	309212
25	261927	60	286192	95	309881
26	262629	61	286876	96	310550
27	263330	62	287561	97	311218
28	264030	63	288244	98	311886
29	264330	64	288928	99	312553
30	265430	65	289611	100	313220
31	266129	66	290293		
32	266827	67	290975		
33	267525	68	291656		
34	268223	69	292337		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000069.

Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.	Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.	Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.
0	313220	35	336286	70	358831
1	313887	36	336937	71	359468
2	314553	37	337588	72	360104
3	315218	38	338238	73	360740
4	315884	39	338888	74	361375
5	316548	40	339538	75	362011
6	317212	41	340187	76	362645
7	317876	42	340836	77	363280
8	318540	43	341484	78	363914
9	319202	44	342132	79	364547
10	319865	45	342779	80	365180
11	320527	46	343426	81	365813
12	321189	47	344073	82	366445
13	321850	48	344719	83	367077
14	322510	49	345365	84	367709
15	323171	50	346010	85	368340
16	323831	51	346655	86	368970
17	324490	52	347300	87	369601
18	325149	53	347944	88	370231
19	325808	54	348588	89	370860
20	326466	55	349231	90	371489
21	327123	56	349874	91	372118
22	327781	57	350516	92	372746
23	328437	58	351158	93	373374
24	329094	59	351800	94	374002
25	329750	60	352441	95	374629
26	330405	61	353082	96	375256
27	331060	62	353722	97	375882
28	331715	63	354362	98	376508
29	332369	64	355002	99	377134
30	333023	65	355641	100	377759
31	333676	66	356280		
32	334329	67	356918		
33	334982	68	357556		
34	335634	69	358194		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000065.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	377759	35	399398	70	420579
1	378384	36	400010	71	421178
2	379008	37	400621	72	421776
3	379632	38	401231	73	422374
4	380256	39	401842	74	422971
5	380879	40	402452	75	423568
6	381502	41	403061	76	424165
7	382124	42	403670	77	424762
8	382746	43	404279	78	425358
9	383368	44	404888	79	425954
10	383989	45	405496	80	426549
11	384610	46	406103	81	427144
12	385231	47	406711	82	427739
13	385851	48	407318	83	428333
14	386471	49	407924	84	428927
15	387090	50	408531	85	429521
16	387709	51	409136	86	430114
17	388328	52	409742	87	430707
18	388946	53	410347	88	431300
19	389564	54	410952	89	431892
20	390181	55	411556	90	432484
21	390799	56	412160	91	433075
22	391415	57	412764	92	433667
23	392032	58	413367	93	434257
24	392648	59	413970	94	434848
25	393263	60	414571	95	435438
26	393878	61	415175	96	436028
27	394493	62	415777	97	436617
28	395108	63	416378	98	437206
29	395722	64	416980	99	437795
30	396335	65	417580	100	438384
31	396949	66	418181		
32	397562	67	418781		
33	398174	68	419381		
34	398786	69	419980		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000061.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	438384	35	458763	70	478735
1	438972	36	459339	71	479300
2	439559	37	459915	72	479864
3	440147	38	460490	73	480428
4	440734	39	461066	74	480992
5	441320	40	461640	75	431556
6	441907	41	462215	76	482119
7	442493	42	462789	77	482682
8	443078	43	463363	78	483244
9	443664	44	463937	79	483807
10	444249	45	464510	80	484369
11	444833	46	465083	81	484930
12	445418	47	465650	82	485492
13	446001	48	466228	83	486053
14	446585	49	466799	84	486613
15	447168	50	467371	85	487174
16	447751	51	467942	86	487734
17	448334	52	468513	87	488294
18	448916	53	469084	88	488853
19	449498	54	469654	89	489412
20	450080	55	470224	90	489971
21	450661	56	470794	91	490529
22	451242	57	471363	92	491088
23	451822	58	471932	93	491645
24	452402	59	472501	94	492203
25	452982	60	473069	95	492760
26	453562	61	473637	96	493317
27	454141	62	474205	97	493874
28	454720	63	474772	98	494430
29	455298	64	475339	99	494986
30	455877	65	475906	100	495542
31	456455	66	476472		
32	457032	67	477038		
33	457609	68	477604		
34	458186	69	478170		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000057.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	495542	35	514800	70	533694
1	496097	36	515345	71	534228
2	496652	37	515889	72	534763
3	497207	38	516433	73	535297
4	497762	39	516977	74	535830
5	498316	40	517521	75	536364
6	498870	41	518064	76	536897
7	499423	42	518607	77	537430
8	499977	43	519150	78	537963
9	500529	44	519692	79	538495
12	501082	45	520235	80	539027
11	501634	46	520776	81	539559
12	502186	47	521318	82	540090
13	502738	48	521859	83	540622
14	503290	49	522400	84	541152
15	503841	50	522941	85	541683
16	504392	51	523481	86	542213
17	504942	52	524021	87	542744
18	505492	53	524561	88	543273
19	506042	54	525101	89	543803
20	506592	55	525640	90	544332
21	507141	56	526179	91	544861
22	507690	57	526718	92	545390
23	508239	58	527256	93	545918
24	508787	59	527794	94	546446
25	509335	60	528332	95	546974
26	509883	61	528869	96	547502
27	510431	62	529406	67	548029
28	510978	63	529943	98	548556
29	511525	64	530480	99	549083
30	512071	65	531016	100	549609
31	512618	66	531552		
32	513164	67	532088		
33	513709	68	532624		
34	514255	69	533159		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000054.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	549609	35	567863	70	585789
1	550135	36	568379	71	586296
2	550661	37	568896	72	586804
3	551187	38	569412	73	587311
4	551712	39	569928	74	587817
5	552237	40	570443	75	588324
6	552762	41	570959	76	588820
7	553287	42	571474	77	589336
8	553811	43	571988	78	589842
9	554335	44	572503	79	590347
10	554859	45	573017	80	590852
11	555382	46	573531	81	591357
12	555905	47	574045	82	591862
13	556428	48	574558	83	592366
14	556951	49	575072	84	592870
15	557473	50	575585	85	593374
16	557995	51	576097	86	593878
17	558517	52	576610	87	594381
18	559038	53	577122	88	594884
19	559559	54	577634	89	595387
20	560080	55	578145	90	595890
21	560601	56	578657	91	596392
22	561122	57	579168	92	596894
23	561642	58	579679	93	597396
24	562162	59	580189	94	597898
25	562681	60	580700	95	598399
26	563201	61	581210	96	598900
27	563720	62	581720	97	599401
28	564238	63	582229	98	599902
29	564757	64	582738	99	600402
30	565275	65	583248	100	600902
31	565793	66	583756		
32	566311	67	584265		
33	566828	68	584773		
34	567346	69	585281		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000051.

Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.	Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.	Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.
0	600902	35	618251	70	635304
1	601402	36	618742	71	635787
2	601902	37	619233	72	636270
3	602401	38	619724	73	636752
4	602960	39	620215	74	637234
5	603399	40	620705	75	637716
6	603898	41	621195	76	638198
7	604396	42	621685	77	638680
8	604894	43	622175	78	639161
9	605392	44	622664	79	639642
10	605890	45	623153	80	640123
11	606387	46	623642	81	640604
12	606885	47	624131	82	641084
13	607381	48	624619	83	641564
14	607878	49	625107	84	642044
15	608374	50	625595	85	642524
16	608871	51	626083	86	643004
17	609367	52	626570	87	643483
18	602862	53	627057	88	643962
19	610358	54	627544	89	644441
20	610853	55	628031	90	644919
21	611348	56	628518	91	645398
22	611842	57	629004	92	645876
23	612337	58	629490	93	646354
24	612831	59	629976	94	646831
25	613325	60	630461	95	647309
26	613819	61	630947	96	647786
27	614312	62	631432	97	648263
28	614805	63	631917	98	648740
29	615298	64	632401	99	649216
30	615791	65	632886	100	649693
31	616284	66	633370		
32	616776	67	633854		
33	617268	68	634337		
34	617760	69	634821		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000049.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	649693	35	666222	70	682482
1	650169	36	666690	71	682943
2	650645	37	667158	72	683404
3	651120	38	667626	73	683864
4	651596	39	668094	74	684324
5	652071	40	668561	75	684784
6	652546	41	669028	76	685244
7	653020	42	669495	77	685703
8	653495	43	669962	78	686162
9	653969	44	670429	79	686621
10	654443	45	670895	80	687080
11	654917	46	671361	81	687539
12	655391	47	671827	82	687997
13	655864	48	672262	83	688455
14	656337	49	672758	84	688913
15	656810	50	673223	85	689371
16	657283	51	673688	86	689829
17	657755	52	674153	87	690286
18	658228	53	674617	88	690743
19	658700	54	675082	89	691200
20	659171	55	675546	90	691657
21	659643	56	676010	91	692113
22	660114	57	676474	92	692570
23	660585	58	676937	93	693026
24	661056	59	677400	94	693482
25	661527	60	677864	95	693937
26	661998	61	678326	96	694393
27	662468	62	678789	97	694848
28	662938	63	679251	98	695303
29	663408	64	679714	99	695758
30	663877	65	680176	100	696213
31	664347	66	680637		
32	664816	67	681099		
33	665285	68	681560		
34	665753	69	682022		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000046.

Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.	Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.	Geom. Reihe. 100th. des Zolls.	Arithm. Reihe. Logarithmen.
0	696213	35	711995	70	727534
1	696667	36	712443	71	727974
2	697121	37	712891	72	728415
3	697575	38	713338	73	728856
4	698028	39	713785	74	729295
5	698481	40	714231	75	729734
6	698935	41	714677	76	730173
7	699389	42	715123	77	730612
8	699842	43	715570	78	731052
9	700295	44	716015	79	731492
10	700747	45	716460	80	731930
11	701199	46	716905	81	732369
12	701651	47	717350	82	732806
13	702104	48	717795	83	733244
14	702556	49	718241	84	733682
15	703008	50	718685	85	734120
16	703459	51	719130	86	734558
17	703910	52	719574	87	734996
18	704361	53	720017	88	735433
19	704812	54	720461	89	735870
20	705262	55	720905	90	736307
21	705713	56	721348	91	736744
22	706162	57	721792	92	737180
23	706612	58	722234	93	737616
24	707062	59	722676	94	738051
25	707512	60	723119	95	738487
26	707961	61	723562	96	738923
27	708411	62	724004	97	739359
28	708859	63	724447	98	739794
29	709307	64	724888	99	740230
30	709756	65	725329	100	740664
31	710205	66	725771		
32	710653	67	726213		
33	711101	68	726653		
34	711548	69	727094		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000044.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100theile des Zolls.	Loga-rithmen.	100theile des Zolls.	Loga-rithmen.	100theile des Zolls.	Loga-rithmen.
0	740664	35	755766	70	770665
1	741098	36	756194	71	771067
2	741533	37	756622	72	771488
3	741968	38	757050	73	771909
4	742401	39	757479	74	772330
5	742834	40	757906	75	772751
6	743268	41	758333	76	773172
7	743702	42	758759	77	773594
8	744136	43	759185	78	774014
9	744570	44	759612	79	774434
10	745003	45	760039	80	774855
11	745436	46	760466	81	775276
12	745868	47	760893	82	775695
13	746300	48	761318	83	776115
14	746732	49	761744	84	776534
15	747164	50	762170	85	776953
16	747596	51	762596	86	777373
17	748029	52	763021	87	777793
18	748460	53	763446	88	778211
19	748891	54	763870	89	778630
20	749322	55	764295	90	779048
21	749753	56	764720	91	779466
22	750184	57	765145	92	779884
23	750615	58	765569	93	780303
24	751045	59	765993	94	780720
25	751475	60	766416	95	781137
26	751905	61	766839	96	781554
27	752335	62	767263	97	781971
28	752764	63	767687	98	782389
29	753194	64	768109	99	782807
30	753623	65	768531	100	783224
31	754052	66	768954		
32	754481	67	769377		
33	754910	68	769800		
34	755338	69	770223		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000043.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	783224	35	797701	70	811973
1	783641	36	798112	71	812378
2	784056	37	798523	72	812782
3	784472	38	798933	73	813187
4	784888	39	799343	74	813591
5	785304	40	799753	75	813995
6	785720	41	800163	76	814399
7	786136	42	800572	77	814803
8	786551	43	800982	78	815207
9	786966	44	801391	79	815611
10	787381	45	801800	80	816014
11	787797	46	802209	81	816417
12	788211	47	802618	82	816820
13	788626	48	803026	83	817223
14	789040	49	803435	84	817625
15	789454	50	803843	85	818027
16	789868	51	804251	86	818429
17	790282	52	804659	87	818831
18	790696	53	805067	88	819233
19	791110	54	805474	89	819636
20	791523	55	805881	90	820038
21	791936	56	806288	91	820440
22	792349	57	806695	92	820840
23	792762	58	807102	93	821241
24	793174	59	807510	94	821642
25	793586	60	807916	95	822043
26	793998	61	808323	96	822444
27	794410	62	808728	97	822845
28	794822	63	809134	98	823245
29	795235	64	809540	99	823645
30	795646	65	809946	100	824045
31	796058	66	810352		
32	796468	67	810758		
33	796879	68	811163		
34	797290	69	811568		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000041.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Loga-rithmen.	100th. des Zolls.	Loga-rithmen.	100th. des Zolls.	Loga-rithmen
0	824045	35	837948	70	851661
1	824446	36	838343	71	852050
2	824845	37	838738	72	852439
3	825245	38	839132	73	852828
4	825644	39	839526	74	853216
5	826043	40	839919	75	853604
6	826442	41	840312	76	853992
7	826842	42	840706	77	854380
8	827241	43	841100	78	854768
9	827640	44	841492	79	855157
10	828038	45	841884	80	855544
11	828436	46	842277	81	855932
12	828834	47	842670	82	856319
13	829233	48	843063	83	856706
14	829630	49	843456	84	857093
15	830027	50	843848	85	857480
16	830424	51	844241	86	857867
17	830821	52	844632	87	858254
18	831229	53	845023	88	858640
19	831617	54	845414	89	859026
20	832014	55	845806	90	859412
21	832411	56	846198	91	859799
22	832807	57	846590	92	860185
23	833203	58	846980	93	860571
24	833599	59	847371	94	860956
25	833995	60	847762	95	861341
26	834391	61	848153	96	861726
27	834788	62	848543	97	862112
28	835183	63	848934	98	862497
29	835578	64	849323	99	862882
30	835974	65	849713	100	863266
31	836370	66	850103		
32	836765	67	850493		
33	837160	68	850882		
34	837554	69	851272		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000039.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	863266	35	876637	70	889833
1	863650	36	877016	71	890208
2	864035	37	877395	72	890582
3	864420	38	877775	73	890956
4	864803	39	878155	74	891330
5	865186	40	878534	75	891704
6	865570	41	878913	76	892078
7	865954	42	879291	77	892452
8	866338	43	879669	78	892825
9	866722	44	880047	79	893198
10	867105	45	880425	80	893571
11	867489	46	880803	81	893944
12	867871	47	881182	82	894317
13	868253	48	881559	83	894691
14	868635	49	881936	84	895063
15	869018	50	882314	85	895435
16	869401	51	882692	86	895808
17	869784	52	883068	87	896181
18	870165	53	883445	88	896553
19	870547	54	883822	89	896925
20	870929	55	884199	90	897296
21	871311	56	884576	91	897667
22	871692	57	884953	92	898039
23	872074	58	885329	93	898411
24	872455	59	885705	94	898782
25	872836	60	886081	95	899153
26	873217	61	886457	96	899524
27	873598	62	886833	97	899895
28	873978	63	887209	98	900266
29	874359	64	887584	99	900637
30	874739	65	887959	100	901007
31	875119	66	888334		
32	875499	67	888709		
33	875879	68	889084		
34	876258	69	889459		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000038.

Geom. Reihe.	Arithm Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Loga-rithmen.	100th. des Zolls.	Loga-rithmen.	100th. des Zolls.	Loga-rithmen.
0	901007	35	913883	70	926602
1	901377	36	914248	71	926964
2	901746	37	914614	72	927324
3	902116	38	914980	73	927685
4	902486	39	915346	74	928045
5	902856	40	915712	75	928405
6	903226	41	916078	76	928765
7	903596	42	916442	77	929126
8	903965	43	916807	78	929485
9	904334	44	917171	79	929845
10	904703	45	917535	80	930205
11	905073	46	917900	81	930565
12	905441	47	918265	82	930925
13	905810	48	918628	83	931285
14	906178	49	918992	84	931643
15	906546	50	919355	85	932002
16	906915	51	919719	86	932361
17	907284	52	920083	87	932720
18	907651	53	920447	88	933079
19	908019	54	920809	89	933438
20	908386	55	921172	90	933796
21	908753	56	921535	91	934155
22	909120	57	921898	92	934513
23	909487	58	922261	93	934871
24	909854	59	922624	94	935229
25	910221	60	922986	95	935587
26	910588	61	923348	96	935945
27	910955	62	923709	97	936303
28	911323	63	924071	98	936660
29	911691	64	924433	99	937017
30	912057	65	924795	100	937374
31	912423	66	925157		
32	912788	67	925519		
33	913153	68	925880		
34	913518	69	926241		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000036.

Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.	Geom. Reihe.	Arithm. Reihe.
100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.	100th. des Zolls.	Logarithmen.
0	937374	35	949796	70	962067
1	937732	36	950149	71	962415
2	938089	37	950502	72	962763
3	938446	38	950854	73	963112
4	938802	39	951207	74	963459
5	939158	40	951559	75	963806
6	939514	41	951911	76	964154
7	939870	42	952263	77	964502
8	940227	43	952615	78	964850
9	940584	44	952966	79	965198
10	940939	45	953317	80	965545
11	941295	46	953668	81	965893
12	941651	47	954019	82	966239
13	942007	48	954370	83	966585
14	942362	49	954721	84	966932
15	942717	50	955073	85	967279
16	943072	51	955425	86	967626
17	943427	52	955775	87	967973
18	943782	53	956125	88	968319
19	944137	54	596475	89	968665
20	944491	55	956825	90	969011
21	944845	56	957176	91	969357
22	945199	57	957527	92	969703
23	945553	58	957876	93	970049
24	945907	59	958226	94	970394
25	946261	60	958576	95	970739
26	946616	61	958926	96	971085
27	946971	62	959275	97	971431
28	947324	63	959624	98	971776
29	947677	64	959973	99	972121
30	948031	65	960322	100	972465
31	948385	66	960671		
32	948738	67	961021		
33	949091	68	961370		
34	949443	69	961719		

Unterschied für 0,001 Zoll = 0,000035.

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf




Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf