Das Höhenmessen

mit der

Quecksilber-Waage

für

Pariser, Rheinländer und Londoner Linien.

von

J. F. Benzenberg.

Düsseldorf 1831.

Mit 4 Steintafeln.

Gedruckt als Handschrift

bei Joseph Wolf.

Seiner Excellenz

dem

Herrn Ober-Präsidenten

Freiherrn von Vincke,

General-Director des Katasters in den westlichen Provinzen.

Ergebenst gewidmet.

EINLEITUNG.

Ich habe an meiner Quecksilberwaage Zoll und Dezimalen des Zolls, eine Einrichtung, die ich für bequemer halte.

Andere haben Linien und Dezimalen der Linie. Der Zoll wird nach ihnen in 12 Linien getheilt, eine Eintheilung, die ich für weniger bequem halte.

Damit aber diejenigen, welche Linien und Dezimalen der Linie haben, auch nach der Schichtmethode rechnen können, so habe ich folgende Tafeln bekannt gemacht.

Diejenigen, welche paris. Fufsmaafs und 12theilige Linien haben, berechnen dieselben nach Linien, wo sie dann die Höhen der Berge in paris. Fufs finden.

Diejenigen, welche rheinl. Maafs haben und 12theilige Linien, berechnen solche nach rheinl. Fufsmaafse oder nach Berliner, wo sie dann die Höhen der Berge in rheinl. Fufs finden.

Diejenigen endlich, die engl. Fufsmaafs und 12theilige Linien haben, wie z. B. Hamburg und Bremen, berechnen solche nach engl. Linien, und sie bekommen dann die Berghöhen in engl. Fufs.

Die Genauigkeit des Messens.

Was nun die Genauigkeit des Messens betrifft, so rechnet man auf 100 Fufs Höhe, 1 Procent genau, wenn nämlich nicht mehr als einmal abgelesen wird.

Wird aber auf 5000 Fuſs ein Berg gemessen, und mehrmals abgelesen, so geht seine Genauigkeit von 1 auf 300, wie dies beim Monte Gregorio der Fall war.

Wenn aber einen ganzen Monat auf einem Punkte das Höhenmessen mit der Quecksilberwaage fortgesetzt wird, so geht die Genauigkeit von 1 auf 1000.

Was nun die Genauigkeit der Tafeln betrifft, so geht diese bei 120 Theile des par. Zolls auf 1 zu 6320.

Bei 120 Theile des rheinl. Zolls geht die Genauigkeit von 1 zu 6540.

Bei 120 Theile des engl. Zolls geht sie auf 1 zu 6740.

Der Fehler ist also 6 oder 7mal geringer, als er unter den günstigsten Umständen zu sein pflegt.

Auch haben Biot und Arago gefunden, daſs das Quecksilber 13,59 bis 13,60 schwerer sei, als das Wasser, und ohne daſs es möglich sei, eine Ursache davon anzugeben. Dieses ist also wie 1 zu 1360.

Pariser, rheinländische und englische Linien.

Der pariser Fuſs hat 144 paris. Linien.

Der rheinländische Fuſs hat 139,13 paris. Linien.

Der englische Fuſs hat 135,15 paris. Linien.

Je kleiner das Fuſsmaaſs ist, desto kleiner wird auch der Fehler.

Beim paris. Zoll begeht man einen Fehler, der $\frac{1}{53}$ des Ganzen ist.

Bei der paris. Linie begeht man einen Fehler, der $\frac{1}{632}$ des Ganzen ist, oder der Fehler ist 12mal kleiner.

Theilt man die Linie wieder in 10 Theile, so begeht man einen Fehler, der 10mal kleiner ist, oder $\frac{1}{6320}$ des Ganzen.

Alles dieses hängt davon ab, ob die Luft oben ein wenig dünner ist wie unten, welches bei 7 Fuſs Lufthöhe,

die $\frac{1}{120}$ Quecksilber Zoll das Gleichgewicht halten, nur $\frac{1}{6320}$ mal beträgt.

Beim rheinl. Zoll begeht man einen Fehler, der $\frac{1}{54}$ des Ganzen ist.

Bei der rheinl. Linie begeht man einen Fehler, der $\frac{1}{654}$ des Ganzen ist.

Wird die Linie in 10 Theile getheilt, so begeht man einen Fehler der zehnmal kleiner ist, oder $\frac{1}{6540}$.

Beim Engl. Zoll begeht man einen Fehler der $\frac{1}{56}$ des Ganzen ist.

Bei der Engl. Linie begeht man einen Fehler, der $\frac{1}{674}$ des Ganzen ist.

Wird die Linie in 10 Theile getheilt, so begeht man einen Fehler, der 10mal kleiner ist, oder $\frac{1}{6740}$ des Ganzen.

Einfachheit der Methode.

Wenn man sich vorstellt, dafs unsere Atmosphäre in 28 solcher Theile getheilt ist, welche alle das Gleichgewicht von einer Quecksilbersäule von 1 Zoll haben, so wird in der untersten die Quecksilberwaage auf 28 Zoll stehen, weil sie hier den Druck von allen 28 Schichten zu tragen hat.

Steigt man mit der Quecksilberwaage auf 875 Fufs, so wird sie bis auf 27 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste Schicht nicht mehr darauf drücken kann.

Steigt man mit der Quecksilberwaage auf 907 Fufs, so wird sie bis auf 26 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste und zweite Schicht nicht mehr darauf drücken können.

Man weifs also, wenn man das Quecksilber zwei Zoll sinken sieht, dafs man 875 + 907 = 1782 Fufs gestiegen ist.

Man sieht hieraus, auf welche Weise man vom Fallen des Quecksilbers in der Quecksilberwaage auf die Höhe der Berge schliefsen kann, auf die man gestiegen ist.

Ebenso geht es mit den Linien.

Unten stände die Quecksilberwaage auf 336 Linien, und oben stände sie auf 335 Linien, so ist man 73 Fufs gestiegen. Stände sie auf 334 Linien, so ist man noch einmal 73 Fufs gestiegen.

Man weifs also, dafs, wenn das Quecksilber um 2 Linien fällt, dafs man dann 73 + 73 = 146 Fufs gestiegen ist.

Mit den zehntel Linien geht es eben so.

Unten stände die Quecksilberwaage auf 336, 0 Linien, und ein wenig höher stände sie auf 335,9 Linien, so ist man 7,3 Fufs in der Luft gestiegen. Ist aber 335,8 Linien, die Quecksilberwaage gefallen, so ist man noch einmal 7,3 Fufs gestiegen.

Man weifs also, dafs wenn man das Quecksilber 0,2 Linien fallen sieht, dafs man dann 7,3 + 7,3 = 14,6 Fufs gestiegen ist. Eine Luftschicht, worin der Unterschied zwischen unten und oben nur 7,3 Fufs ist, ist die Luft aber nicht merklich dünner wie unten, und der Unterschied macht nur 1 auf 6320.

Dieses ist die Schichtmethode, welche wir in Gegenwärtigem lehren, und sie ist eben so genau wie die andere Methode mit Logarithmen.

Einfachheit der Rechnungen.

Die Rechnung ist so einfach, dafs sie sich nicht weiter abkürzen läfst.

Dulong und Petit haben gefunden, dafs das Quecksilber sich um $\frac{1}{4440}$ bei jedem Grade R. ausdehne.

Biot und Arago haben durch sorgfältiges Abwägen gefunden, dafs das Quecksilber 10495 mal schwerer ist wie die Luft bei 28 Zoll Stand der Quecksilberwaage, beim Gefrierpunkte, am Ufer der See und unterm 45° der Breite.

Vier Abwiegungen wichen nur um 4,4 von einander ab. Also $\frac{10495}{4,4} = 2378$ zu 1. Dieses ist also der Fehler der aus den Abwiegungen des Quecksilbers herrührt.

Lambert und Gay Lussac haben gefunden, dafs die Luft sich bei jedem Grad R. um $\frac{1}{273,3}$ ausdehne.

Dieses ist alles was man beim Höhenmesseu mit der Quecksilberwaage gebraucht.

Man hat eine Waage und man kennt den Werth der Gewichte.

Feuchtigkeit der Luft, Abnahme der Schwere u. s. w.

Will man aber noch weiter gehen, so kommen noch folgende vier Berichtigungen vor.

Die erste ist, wegen der Feuchtigkeit der Luft. Diese ist nie sehr grofs und beträgt beim Monte Gregorio nur 13,5 Fufs auf eine Höhe von 5259 Fufs. Sie ist nur um den vierten Theil ungewifs, und ihre Ungewifsheit beträgt beim Monte Gregorio ÷ 3,6 Fufs. Da aber einen ganzen Monat dort gemessen worden, so ist ihre Ungewifsheit verschwindend klein.

Die zweite hängt von der geographischen Breite des Beobachtungsortes ab, und diese ist auch nicht sehr grofs, und beruht auf mathematischem Grund und Boden.

Die dritte hängt von der Veränderung der anziehenden Kraft in Hinsicht der Höhe ab, und

diese beruht ebenfalls auf mathematischem Grund und Boden.

Die vierte hängt endlich von der Annahme oder Nicht-Annahme der Dalton'schen Theorie ab, die einige leugnen. Sie beträgt beim Monte Gregorio ÷ 11,7 Fuſs.

Alle diese Berichtigungen sind klein. Sie betragen beim Monte Gregorio höchstens 14 bis 15 Fuſs.

Aber die Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luft durch die Wärme (die in der Tafel Nro. 3 ist), diese ist groſs. Sie beträgt beim Monte Gregorio bei 9° R. 211 Fuſs. Also beträgt sie so viel wie vierzehn andere.

Wenn man annimmt, daſs sie um $\frac{1}{2}$ Grad ungewiſs ist, so beträgt sie 10 Fuſs. Wenn man aber einen ganzen Monat nimmt, so wird im Verlauf von zehn Messungen sie bis auf $\frac{1}{10}$ Grad genau sein, und dieses ist dann bei einer Höhe von 5259 Fuſs 2 Fuſs Fehlergränze. Denn + und ÷ hebt sich gegen einander auf.

Fehlergränze.

Wir haben, wenn wir die Fehler der Beobachtung und die Fehler der Tafeln nehmen, folgendes:

Die Tafel Nro. 1 die die Berichtigung der Wärme des Quecksilbers enthält, ist die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, wie 1 zu 3895.

Die Tafel Nro. 2 enthält die Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 1360.

Tafel Nro. 3 enthält die mittlere Wärme der Luft, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 500.

Tafel Nro. 4 enthält die Feuchtigkeit der Luft, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 5000.

Tafel Nro 5 enthält die Veränderung der Schwere in Hinsicht der Breite und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 100000.

Tafel Nro. 6 enthält die Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 100000.

Tafel Nro. 7 enthält die Dalton'sche Theorie, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 10000.

Dieses alles gilt von einer einzelnen Messung. Und wirklich ist beim Monte Gregorio, die Messung die am meisten abweicht, nämlich die vom 18. Octob. 1809, um $\frac{1}{370}$ fehlerhaft.

Aber es gilt nicht, wenn von einer ganzen Reihe Beobachtungen die Rede ist, wie es beim Monte Gregorio der Fall war. Hier waren 10 Beobachtungen, und da sich + und ÷ gegen einander aufheben, so war es wie 1 zu 4400, wie die Beobachtungen solches ausweisen.

Die Quecksilberwaage.

Das Messen mit den Quecksilberwaagen ist aufserordentlich genau, ja weit genauer, als die meisten glauben, die mit ihnen arbeiten. Ja es gibt sehr wenige geometrische Instrumente, die dieser Genauigkeit gleich kommen.

Unsere Schicht-Methode gibt für den Fehler der Rechnung in par. Linien $\frac{1}{6320}$.

Für den Fehler der Rechnung bei rheinl. Linien gibt sie $\frac{1}{6540}$.

Für den Fehler der Rechnung bei engl. Linien gibt sie $\frac{1}{6740}$.

Die Messungen fürs Kataster sind bis auf $\frac{1}{100}$ genau.

Die Cassini'sche Gradmessung ist bis auf $\frac{1}{700}$ genau.

Die Bergische Landes-Vermessung, die ich im Jahr 1806 leitete, war in den Dreiecken des ersten Ranges von 6 Stunden auf $\frac{1}{3000}$ genau.

Die Dalton'sche Theorie.

Man muſs die Dalton'sche Theorie entweder annehmen oder verwerfen; beim Monte Gregorio beträgt sie $\div$ 11,7 Fuſs.

Nimmt man auf die Dalton'sche Theorie keine Rücksicht, so hat man auf den 5 ersten Messungen 11,7 + 1,1 Fuſs = 12,8 Fuſs, welches $\frac{1}{411}$ des Ganzen ist.

Auf den 5 letzten Messungen hat man 11,7 + 1,3 = 13 Fuſs, welches $\frac{1}{404}$ des Ganzen ist.

Dieses ist freilich sehr wenig für die Höhe eines Berges, der 5259,5 par. Fuſs hoch ist.

Beim Pic du Midi ist die Dalton'sche Theorie 15 Fuſs, und die zweite Messung des Herrn Ramond weicht nur 4 Fuſs ab. (Seite 248.)

Saussure maſs den Montblanc, und ich habe ihn zu 13675 Fuſs berechnet, welches mit der Messung von Tralles um 36 Fuſs fehlerhaft ist, oder $\frac{1}{379}$ des Ganzen. Nimmt man auf die Dalton'sche Theorie keine Rücksicht, welches beim Montblanc $\div$ 18 par. Fuſs ist, so hat man 54 Fuſs oder $\frac{1}{252}$ des Ganzen.

Nimmt man aber beim Monte Gregorio auf die Dalton'sche Theorie Rücksicht, so hat man bei den fünf ersten Messungen . . . . . 5260,6 Fuſs

Die geometrische Messung gibt . . . 5259,5 Fuſs

Unterschied 1,1 Fuſs.

Die fünf letzten Messungen geben . . .	5260,8 Fuſs
Die geometrische Messung gibt . . .	5259,5 Fuſs
Unterschied	1,3 Fuſs.

Der aus den 5 ersten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,1 Fuſs, welches $\frac{1}{4781}$ des Ganzen ist.

Der aus den 5 letzten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,3 Fuſs, welches $\frac{1}{4045}$ des Ganzen ist,

Wenn man die Rechnungs-Beispiele vom Jahr 1812 berechnet, so hat man folgendes:

	1.	2.	3.
Namen der Luftarten.	Inhalt in 100 Theilen trockener Luft.	Gewicht jeder Luftart.	Antheil dem Gewichte nach in 100 Theilen trockener Luft.
Gemeine Luft . . .	100,00	1,0000	100,00
Stickluft	78,93	0,9691	76,49
Sauerstoffluft . . .	21,00	1,1148	23,41
Kohlensaure Luft .	0,07	1,5000	0,10

Wenn man 27,76 paris. Zoll als Gewicht der Luftsäule von Stickluft, Sauerstoffluft und kohlensaure Luft setzt, und den Wasserdampf ausschlieſst, so hat man folgendes:

Namen der Luftarten.	1. Jede Luftart in Hinsicht des Volumens.	2. Gewicht jeder Luftart.	3. Höhe, auf welcher jede Atmosphäre die Quecksilberwaage hält.
Stickluft-Atmosphäre	21,9106	0,9691	21,2336
Sauerstoffluft-Atmosph.	5,8294	1,1148	6,4986
Kohlens. Luft-Atmosph.	0,0185	1,5000	0,0278
	27,7585		27,7600

Dr. Gaufs in Göttingen.

Die Herren Tralles, Gilbert, Brandes und ich sind von 27,76 Zoll mit Nr. 3 ausgegangen, und wir haben darnach die Dalton'sche Theorie berechnet.

Dr. Gaufs in Göttingen ist bei seinen Rechnungen von 27,7585 Zoll ausgegangen, und zwar die von Nr. 1.

Folgendes sind die Angaben, die er in Göttingen in den gelehrten Anzeigen vom 11. Dezbr. 1830 gegeben hat. Sie sind auf trockene Luft berechnet, nämlich: auf Stickluft, Sauerstoffluft und kohlensaure Luft.

Höhe in Fufs.	Gewöhnliche Theorie.	Nach Dalton. Dr. Gaufs.	Nach Dalton. Benzenberg.
5000	22,6332	22,6350 Zoll.	22,6179 Zoll.
10000	18,4532	18,4589 »	18,4313 »
15000	15,0452	15,0555 »	15,0221 »
20000	12,2666	12,2814 »	12,2458 »

Dr. Gaufs findet nun folgende Unterschiede von der gewöhnlichen Theorie.

Höhe.	Unterschied der Quecksilberwaage.	
	Nach Dr. Gaufs Vorstellung.	Nach Benzenbergs Vorstellung.
5000	+ 0,0018 Zoll.	÷ 0,0153 Zoll.
10000	+ 0,0057 »	÷ 0,0218 »
15000	+ 0,0103 »	÷ 0,0231 »
20000	+ 0,0148 »	÷ 0,0208 »

Diese beträgt beim Monte Gregorio nach Dr. Gaufs Tafeln + 2 Fufs, nach mir ÷ 16 Fufs.

Berzelius in Stockholm.

Nach Berzelius seinem Lehrbuche der Chemie, welches in Dresden in der Arnold'schen Buchhandlung 1825 erschien, hat man die neuesten Angaben über Stickluft, Sauerstoffluft, Kohlensaure Luft, und Wasserdampf, die unsere Atmosphäre bilden.

	1.	2.	3.
Namen der Luftarten.	Inhalt in 100 Theilen feuchter Luft.	Gewicht jeder Luftart.	Antheil dem Gewichte nach in 100 Theilen feuchter Luft.
Gemeine Luft	100,00	1,0000	100,00
Stickluft . .	77,96	0,9691	75,55
Sauerstoffluft	21,15	1,1026	23,32
Kohlens. Luft	0,07	1,526	0,10
Wasserdampf .	0,60	0,62	1,03.

Wenden wir diese an auf 27,8898 Zoll, so haben wir folgendes:

	1.	2.	3.
Namen der Luftarten.	Jede Luftart in Hinsicht des Volumens.	Gewicht jeder Luftart.	Höhe auf welcher jede Atmosphäre die Quecksilberwaage hält.
	Zoll.		Zoll.
Stickluft . .	21,9688	0,9691	21,2900
Sauerstoffluft	5,9601	1,1026	6,5717
Kohlens. Luft	0,0184	1,526	0,0281
	27,9473		27,8898

Nach diesen Angaben hat man beim Monte Gregorio ÷ 11,7 Fuſs wegen der Dalton'schen Theorie. Nach Dr. Gauſs Angaben hat man + 2 Fuſs.

Wenn man auch in den leichten Rechnungen von Dr. Gauſs keinen Fehler voraussetzt, so fragt es sich: woher denn nun eigentlich die Höhen der Quecksilberwaage so unrichtig kommen, daſs der Unterschied ÷ 11,7 Fuſs beträgt? Denn die Quecksilberwaage ist sehr genau.

An der geometrischen Messung kann es nicht liegen, diese schätzt D'Aubuisson bis auf ½ Meter sicher. Man sehe den Aufsatz von ihm im Journal de Lametherie von 1810.

An den Schwankungen der Quecksilberwaage liegt es auch nicht, denn diese müssen an zehn verschiedenen Tagen des Monats October 1809 bald zu groſs uud bald zu klein gewesen sein, und betragen übrigens nur eine Kleinigkeit.

An der Ausdehnung der Luft, die in unserer Tafel Nro. 3 ist, liegt es auch nicht, denn obschon man

das Mittel aus dem Wärmemesser der obern und der untern Quecksilberwaage nimmt, so ist dieses freilich nur $\frac{1}{500}$ Theil ungewifs, und wenn man auch mit derselben Sorgfalt verfährt, wie D'Aubuisson gethan hat. Allein dieses gilt nur von einem einzelnen Tage, und nicht von 10 Tagen. Und da kann der Wärmemesser nur um $\frac{1}{2500}$ Theil fehlerhaft sein.

Eben so wenig gilt es von Tafel 4, welche die Feuchtigkeit der Luft enthält, und die allerdings um $\frac{1}{4}$ fehlerhaft sein kann. Allein diese Tafel ist nie sehr grofs. Sie beträgt beim Monte Gregorio + 13,5 Fufs.

Will man nun nach D'Aubuisson einen Feuchtigkeitsmesser anbringen, weil man einen ganzen Monat gemessen hat, so beträgt dieser ÷ 3,6 Fufs. Also 9,9 Fufs Unterschied ist wegen der Feuchtigkeit, und man kann daher auch nur auf $\frac{1}{5000}$ Theil der ganzen Berghöhe rechnen.

Auch kann es nicht an der fehlerhaften Bestimmung zwischen Quecksilber und Luft liegen, welche Biot und Arago im Jahre 1804 anstellten. Sie fanden den Unterschied nur um 4,4 bei 4 Abwiegungen, welche auf 10463 von Gewicht der Luft gegen Quecksilber gingen, in Paris und bei 0,76 Meter Stand der Quecksilberwaage. Dieses ist nur um $\frac{1}{2378}$ fehlerhaft.

Auch sagt Herr Ramond in seinen Memoiren, die er 1811 herausgab, und wo er über die Höhen der Quecksilberwaage spricht, dafs Biot und Arago bis auf $\frac{1}{5000}$ der Abwiegungen zwischen Luft und Quecksilber genau wären, und dieses folgte aus seinen trigonometrischen Messungen.

Freilich sind diese nur Kleinigkeiten, wenn von einem Berge die Rede ist, der 5259,5 Fufs hoch ist. Es sind nur 11,7 Fufs. Aber die Feuchtigkeit macht 10 Fufs aus,

und die Schwere in Hinsicht der Höhe macht beim Monte Gregorio auch nur 15 Fuſs aus; und man kann diese nicht mitnehmen, ohne der andern zu erwähnen.

Dr. Olbers in Bremen.

Tralles, Gilbert, Brandes und ich waren für die alte Theorie mit Nr. 3. Hingegen Dr. Gauſs und Dr. Olbers sind für die neue Theorie mit Nro. 1.

Dr. Olbers schreibt mir folgendes, unterm 1. Dez. 1830.

»Gegen diese Berechnung von Dr. Gauſs läſst sich »nichts einwenden. Man kann nämlich diese verschiede»nen Barometerhöhen nicht dem Maſsen-Verhältniſs »der verschiedenen Gasarten in der untersten Schicht (S. »2. Col. 3 über die Dalton'sche Theorie) proportional »setzen, wie Sie gethan haben, sondern man muſs in Er»wägung ziehen, daſs die schwereren Gasarten mit zuneh»mender Höhe schneller an verhältniſsmäſsiger Dichtigkeit »abnehmen, und so ergibt sich, daſs die Barometerhöhen »schlechthin im Verhältniſs des Volumens (S. 2. Col. 1 »über die Dalton'sche Theorie) sein müssen.»

Es sind jetzt 30 Jahre, daſs ich in Hamburg die Versuche über die Umdrehung der Erde machte, wo mich die Herren Olbers und Gauſs mit ihrem Rath unterstützten. Die Briefe, welche sie mir bei diesen Versuchen schrieben, sind abgedruckt in dem bei Mallingckrodt erschienenen Werke: Versuche über die Umdrehung der Erde. 1804.

Dreiſsig Jahre ist eine lange Zeit; und jetzt sprechen wir über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Dalton'schen Theorie, und ihren Einfluſs auf das Höhenmessen mit der Quecksilberwaage.

Ich drücke ihnen die Hand.

Tralles in Berlin.

Ich habe oben gesagt, dafs Tralles meiner Meinung gewesen wäre. Dr. Gaufs hat das Gegentheil gesagt.

Ich habe den Aufsatz von Tralles nicht gelesen, aber doch glaube ich, dafs ich recht habe. Die Abhandlung steht im 27. Bande von Gilberts Annalen der Physik, S. 400. Worauf ich mich beziehe steht S. 441 Zeile 4, wo es heifst: Die Dalton'sche Theorie beträgt 0,013 Zoll.

Aber wie gesagt, ich habe Tralles über die Dalton'sche Theorie nicht gelesen, weil er mir zu weitläuftig schien. Ich habe gefunden, dafs man alles viel kürzer darlegen kann.

Tralles ist seit der Zeit in England gestorben. Im Jahr 1810 sah ich in Bern im Krankenhause den grofsen Theodoliten von Ramsden, welchen Tralles hatte machen lassen. Er war ein geborner Hamburger, besuchte nachher England, und kam später als Professor in Bern. Tralles wollte eine Gradmessung in der Schweiz machen, und bestellte deswegen den Theodoliten, welcher 250 Caroline kostete, und der einzige ist, der auf dem festen Lande von Europa zu finden ist.

Um das Jahr 1800 wurde die Schweiz revolutionirt, und da Tralles sich für eine Parthie erklärte, die unten lag, so verliefs er Bern und wanderte nach Neufchatel, wo er in dem Hause des Herrn von Osterwald wohnte, und sehr viele Höhen trigonometrisch bestimmte, unter andern die des Montblanc.

Durch Herrn von Buch kam er nach Berlin, und hier lernte ich ihn im Jahre 1817 kennen. Er war sehr gelehrt, allein er hatte dabei eine Weise, die mir wenig zusagte. Er war immer auf Formeln versessen, und da

schien es mir, daſs es ihm ginge, wie einem meiner Landmesser, der da sagte, wenn er so seine Formeln gebrauchte, „die Bauern meinen, sie könnten es auch; allein mit den Formeln halte ich sie im Respekt.“

Dann hatte Tralles etwas Geheimniſsvolles an sich, und so wie man zu ihm kam, legte er gleich seine Scripturen weg.

Das ist freilich nicht Jedermann gegeben, daſs er ist wie Alex. von Humboldt.

Allein ich mochte ihn einmal nicht, und dieses ist die Ursache, warum ich ihn nicht über die Dalton'sche Theorie las.

Auch Gilbert hat in den Annalen sich für meine Ansicht erklärt, nämlich für die Ansicht Nro. 3; denn im 42. Bande hat er Seite 162 von mir den Aufsatz über das Höhenmessen mit dem Barometer abgedruckt, und hat keine Note dazu gegeben, wie er hätte thun müssen, wenn er die Ansicht von Nro. 1 gehabt hätte. Gilbert war ein klarer Kopf, und ich erinnere mich noch mit Vergnügen, als ich in Zürich die Note in Gilberts Annalen im 34. Bd. Seite 399 las, wo er mir zeigte, daſs die Theorie von der Geschwindigkeit des Schalls eine bedeutende Veränderung durch die Wärme der Luft erhielt. Ich hatte dieses damals nicht gewuſst, und Herr Gehler wuſste es in seinem physikalischen Wörterbuch, welches 1790 erschien, auch nicht. So langsam pflanzen sich erst die Kenntnisse fort.

Dalton in Manchester.

Wenn es mit Nro. 1 über die Dalton'sche Theorie, seine Richtigkeit hat, so läſst sich mit ihr nichts aus

dem Stande der Quecksilberwaage auf grofsen Höhen beweisen. Die Dalton'sche Lehre von Luft und Dampfarten kann dann eben so gut wahr sein, wie jetzt, nur läfst sich aus ihrn ichts, aus dem gegenwärtigen Zustande unseres Luftkreises folgern.

Wenn die Quecksilberwaage auf 28,18 Zoll steht, so kommen auf die Wasserdämpfe 0,29 Zoll, die nicht zersetzt werden.

Diese räthselhafte Erscheinung der Wasserdämpfe (die von der umgebenen Luft nicht zersetzt werden, wie sie hätten thun müssen, wenn sie z. B. mit Quecksilber gedrückt würden), hatten schon früher De Luc, Lichtenberg und Volta auf die Vermuthung gebracht, dafs sie von der umgebenen Luft gar nicht gedrückt würden, sondern dafs sie rein für sich ihr Dasein hätten.

Aber noch Keiner hat die Sache so klar ausgesprochen wie Dalton:

Dieser sagte: „Dafs die Wasserdämpfe durch die Luft „nicht zersetzt werden, braucht uns gar nicht zu wun„dern, denn sie werden gar nicht von ihr ge„drückt. Wenn die Wasserdämpfe in unserer Atmos„phäre das Quecksilber auf einen halben Zoll halten „könnten, so stehen sie blofs unter dem Drucke ihrer „eigenen Atmosphäre, der nur einen halben Zoll beträgt, „und der nicht stark genug ist, um sie zu zersetzen. „Aber von der $27\frac{1}{2}$ Zoll starken Stickluft, Sauerstoffluft „und kohlensauern Luft werden sie gar nicht zersetzt, „weil sie nichts von diesen empfinden."

„Denn jedes kleine Theilchen Luft oder Dampf wirkt „nur auf die Theilchen seiner Gattung, und nicht auf die „anderen, die sich zwischen ihnen befinden."

John Dalton war ein stiller anspruchsloser Quäcker und Lehrer am Collegio zu Manchester. Seinen Unterhalt verdiente er sich durch Unterricht in der Chemie und in der Mathematik.

Eine Theorie, die alles umwarf, mufste natürlich sehr vielen Widerspruch erdulden.

Professor Brandes hat vorgeschlagen: „um die Dal-„ton'sche Theorie zu untersuchen, glaube er, müsse man durch „Versuche mit Luftarten in verschlossenen Gefäfsen sie prü-„fen. Wenn Kohlensäure haltiges Wasser in einem Gefäfs „ist, und über demselben wird Wasserstoffgas eingeschlossen, „so entläfst das Wasser einige Kohlensäure, und nimmt Hy-„drogen-Gas auf. Aus dem Verhältnifs, in welchem dies ge-„schieht, müfste sich entscheiden lassen, ob Dalton recht „oder unrecht habe."

Es sind jetzt 27 Jahre, dafs Dalton auf die Erklärung der Dampfarten gekommen ist. Aber noch immer fehlt es am Ja oder am Nein, und doch ist die Lehre so wichtig, dafs sie De Luc, Lichtenberg und Volta auf die Vermuthung gebracht, dafs die Dampfarten von der umgebenen Luft gar nicht gedrückt würden.

Es mufs sich dann doch endlich entscheiden lassen, ob die Dalton'sche Theorie wahr ist oder falsch.

Man wird noch einmal einen Preis von 25 Ducaten setzen müssen, um wo möglich die räthselhafte Erscheinung der Dämpfe zu erklären.

Was für ihre Wahrheit entscheidet, ist, dafs Berzelius und Dulong vor 10 Jahren schon Oel aufs Wasser geschüttet, in welchem sie die Luft absperten und dafs sie hierdurch ganz verzügliche Resultate bekommen haben, die so genau sind, dafs sie einmal bei Wasserstoffluft 0,0688 erhielten, und das anderemal bei ganz feuchter Wasserstoff-

luft 0,0689 erhielten. Eine Genauigkeit, die Epoche macht in der Chemie.

Es wäre vielleicht gut gewesen, wenn man damals in Paris daran gedacht hätte, die Höhe der Töne in Wasserstoffgas zu bestimmen. Denn was sonderbar ist, die Wasserstoffluft hat mir 424 Fufs weniger gegeben, als die Theorie forderte. Die Theorie gab 2480 Ffs. Die Erfahrung gab 2056 Fufs. Diefs ist gegen Laplace, denn die Erfahrung giebt überall mehr.

Die Versuche sind sehr leicht angestellt, man hat weiter nichts nöthig, wie ein Monochort und eine Glocke, in dem sich die Wasserstoffluft befindet und dann eine Orgelspfeife mit einer Blase, worin auch die Wasserstoffluft ist. Der ganze Apparat kostet nur 5 Thaler.

Beschlufs.

Ich habe das gegenwärtige Buch in 6 Abschnitte getheilt.

Der erste handelt von der Beschreibung der Werkzeuge vom Höhenmessen. Die Quecksilberwaage, der Wärmemesser und der Feuchtigkeitsmesser.

Der zweite enthält die Pariser Linien und die Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont und vom Montblanc in Savoyen in Pariser Linien.

Der dritte handelt von den Rheinl. Linien und der Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont und vom Montblanc in Savoyen in Rheinl. Linien.

Der vierte handelt von den Londoner Linien und enthält die Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont und vom St. Michaelis-Thurm in Hamburg in Engl. Linien.

Diese drei Abschnitte machen drei verschiedene Bücher zum Höhenmessen mit der Quecksilberwaage aus, die aber in einem Buche gebunden werden.

Von jedem dieser 3 Bücher macht jedes 3 Bogen und ist selbstständig und für sich. Alle 3 Bücher gehen nach der Schicht-Methode.

Der fünfte Abschnitt handelt von den Fehlern der Messung und von den Fehlern der Tafeln.

Der sechste Abschnitt endlich handelt von der Höhenmessung eines ganzen Landes. Am Ende von diesem Abschnitt wird auch eine Uebersicht über das Höhenmessen gegeben.

Ich habe die Dalton'sche Theorie angenommen.

Die, welche das Gegentheil glauben, brauchen nur Taf. 7 wegzulassen. Dann haben diese beim Monte Gregorio 11,7 Fuſs mehr, wie die, welche die Dalton'sche Theorie annehmen.

Lindenau, Oltmann, Biot, D'Aubuisson, Ramond, Gauſs .... haben Logarithmen.

Mariotte, Rosenthal und ich haben Schicht-Methode.

Vor 20 Jahren bediente ich mich der Logarithmen, allein seit der Zeit habe ich eingesehen, daſs die Schicht-Methode Vorzüge vor den Logarithmen hat.

Das gegenwärtige Buch besteht aus 19 Bogen. Der Bogen kostet im Satz und Druck 6 Thaler. Also 114 Thlr.

Das Papier kostet, da nur 500 Exemplaren gedruckt worden sind 66 Thaler und 4 Tafeln mit Steindruck 8 Thaler; so daſs das Ganze kommt 188 Thaler oder das Exempl. zu 11 Sgr. 4 Pf. Der Einband kostet 2 Sgr. 2 Pf. Honorar nehme ich keins.

Düsseldorf, am 1. Februar 1831.

Benzenberg.

Inhalt.

Einleitung.

Erster Abschnitt.

Werkzeuge zum Höhenmessen.

Zweiter Abschnitt.

Pariser Linien.

Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont und vom Montblanc in Savoyen in pariser Linien.

Inhalt der Tafeln.

In paris. Linien.

Dritter Abschnitt.

Rheinl. Linien.

Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont und vom Montblanc in Savoyen in rheinl. Linien.

Inhalt der Tafeln.

In rheinländ. Linien.

Vierter Abschnitt.

Londoner Linien.

Messung mit der Quecksileerwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont, und vom St. Michaelis Thurm in Hamburg in Londoner Linien.

Inhalt der Tafeln.

In englischen Linien.

Fünfter Abschnitt.

Fehler der Messung und Fehler der Tafeln.

Wenn man von Fehlern der Messung und von den Fehlern der Tafeln spricht, so können diese nur ganz klein sein.

Sechster Abschnitt.

Höhenmessung eines ganzen Landes.

Erklärung der Steintafeln.

Tafel I.

Die Quecksilberwaage.

Fig. 1. Enthält die Höhe des Quecksilbers in der offenen Röhre.
Fig. 2. Enthält die Höhe des Quecksilbers und die Höhe des Wassers in der offenen Röhre.
Fig. 3. Enthält die Höhe des Quecksilbers in der Röhre, welche geschlossen ist. In beiden ist das Luftleere oben.
Fig. 4. Ist dis Quecksilberwaage, welche an der einen Seite tief und an der andern Seite hoch ist, welches daher kommt, dass der eine Schenkel offen, und der andere geschlossen ist.

Dieses ist das Barometer oder die Quecksilberwaage.

Tafel II.

Diese enthält die Quecksilberwaage, den Wärmemesser und den Feuchtigkeitsmesser.

Fig. 5. ist ein Heberbarometer.
Fig. 6. ist ein Heberbarometer mit einem Hahn.
Fig. 7. ist ein Gefäss-Barometer.
Fig. 8. ist ein Wärmemesser, der bei 80° getheilt ist.

Der Wärmemesser der an der Quecksilberwaage ist, braucht nur bei 30° getheilt zu sein.

Fig. 9. ist ein Feuchtigkeitsmesser.
Fig. 10. ist ein Vergrösserungsglas.

Tafel III.

Die Quecksilberwaage in Thätigkeit.

Fig. 13. ist das Stativ zum Höhenmessen mit der Quecksilberwaage.
Fig. 14. ist das Stativ mit dem Heberbarometer.
Fig. 15. ist ein Baum mit einem Gefässbarometer.
Fig. 16. ist die Quecksilberwaage geschlossen, und umgekehrt. Der Hahn sitzt oben, und so kommt sie auch in die Tasche.
Fig. 17. Ist die Tasche mit der Quecksilberwaage, und dem Riemen, woran diese auf der Schulter gehängt wird.

Tafel IV.

1. Die Höhenmessung der Berge.
2. Der Durchschnitt vom St. Michael in Hamburg.

Druckfehler.

Seite 4 Zeile 18 statt 7 lies 27 Zoll.
— 59 — 10 von unten statt 2°,8 R. lies 7°,1. R.
— 59 — 7 v. u. st. 7°,1 R. lies 2°,8. R.
— 59 — 7 v. u. st. + 0,12 Linien l. 0,17 Linien.
— 60 — 1 st. 5006 p. Fuss l. 5001 p. Fuss.
— 61 — 12 st. 5247 p. Fuss l. 5242 p. Fuss.
— 62 — 11 st. 5261 p. Fuss l. 5256 p. Fuss.

Erster Abschnitt.

Werkzeuge zum Höhenmessen.

Die Quecksilberwaage, der Wärmemesser und der Feuchtigkeitsmesser.

I.

Werkzeuge zum Höhenmessen.

1.

Die Quecksilber-Waage.

Das Höhenmessen ist weiter nichts, wie ein Abwiegen der Luft, und das Barometer ist eine Waage, auf der die Länge der Luftsäule gegen die Länge einer Quecksilbersäule abgewogen wird, welche an dem einen Ende verschlossen ist.

Die Quecksilberwaage oder das Barometer gehört zu dem Geschlechte der gewöhnlichen zweiarmigen Waagen, und ihre Natur läſst sich leicht in folgenden Sätzen entwickeln.

2.

Es sei Fig. 1 eine gebogene, an beiden Seiten offene Glasröhre, in die man das Quecksilber schüttet. Dieses reiche bis an die Linie *ab*, und stehe, vermöge seiner natürlichen Schwere und Beweglichkeit in beiden Schenkeln in gleicher Höhe.

Die gewöhnliche Waage ist beweglich, weil sie sich um einen Zapfen dreht. Die Quecksilberwaage hat den Grund ihrer Beweglichkeit in der Flüssigkeit des Metalls.

Auch wollen wir annehmen, daſs auf beiden Schenkeln der Glasröhre eine Scale mit Flusspathsäure geätzt sei, welche in Zoll und Linien eingetheilt ist, so daſs man

das Fallen und Steigen des Quecksilbers beobachten und messen kann.

Die Waage steht ruhig und spielt ein.

Jetzt giefse ich in einen Schenkel Wasser.

Nun sinkt in diesem das Quecksilber und steigt in der anderen.

Ich beobachte, dafs das Quecksilber 1 Zoll in dem einen Schenkel gesunken und in dem andern 1 Zoll gestiegen ist, dafs es also in dem einen um 2 Zoll höher steht als in dem andern.

Ich schliefse nun, dafs die auf das Quecksilber gegossene Wassersäule 27 Zoll lang ist, weil das Quecksilber $13\frac{1}{2}$ mal schwerer als das Wasser ist. Also 2 Zoll Quecksilber halten 7 Zoll Wasser das Gleichgewicht.

Dieses ist das ganze Abwiegen, wie solches Fig. 2 zeigt, wo das Quecksilber durch Striche, und das Wasser durch Punkte angezeigt ist.

Auf diese Weise kann man die Länge einer Oelsäule, einer Weingeistsäule, und überhaupt einer jeden Flüssigkeit finden, sobald man weifs, um wie viel sie leichter ist, als das Quecksilber. Auch sieht man, dafs die Länge der beiden Glasröhren nichts ändert, und dafs man die eine, in der das Quecksilber steigt, viel kürzer machen kann, als die andere, in der man die Flüssigkeit abwiegt.

3.

Man schliefst bei diesen Messungen von der Länge der Quecksilbersäule auf die Länge der Wassersäule, die ihr das Gleichgewicht hält.

Wenn beide im festen Zustande wären, nämlich gefroren, so hätte man diese Abwiegungen auch auf der zweiarmigen Waage machen können, z. B. auf der Goldwaage.

Hat man z. B. einen Cylinder von Gold, von einem Zoll, der eben so schwer ist als ein Cylinder von Buchsbaum von gleichem Umfange, so schliefse ich, dafs dieser 15 Zoll lang ist, weil der Buchsbaum 15 mal leichter ist als das Gold.

4.

Statt des Wassers kann man auch Luft in einen Schenkel schütten, nur mufs man, wenn man diese wiegen will, nicht zugleich welche in den andern schütten. Da wir aber überall mit Luft umgeben sind, so wird hierdurch die Art des Abwiegens geändert, und auch die Einrichtung der Waage.

Lafst uns annehmen, die Glasröhre wäre an beiden Seiten geschlossen, und der Raum über dem Quecksilber luftleer, so wird dieses wieder wie vorher im Wasserpafs stehen, d. h. in beiden Schenkeln gleich hoch, weil an beiden Seiten nichts aufs Quecksilber drückt.

Nun lafst uns annehmen, man schneidet an dem einen Schenkel die Wölbung weg, wie in Fig. 4, was erfolgt nun?

Dann drückt die ganze Luftsäule bis ans Ende der Atmosphäre, welche 10 Meilen hoch ist auf das Quecksilber in dem einen Schenkel, und drückt es um 14 Zoll herunter, indem es im andern um 14 Zoll steigt, weil dieser geschlossen ist, und die Glaswölbung den Druck der Atmosphäre vom Quecksilber abhält.

5.

Dieses ist nun unsere Quecksilberwaage oder unser Barometer, bei dem eine Quecksilbersäule von 28 Zoll einer Luftsäule das Gleichgewicht hält, die 10 Meilen hoch ist.

Steigt man mit der Quecksilberwaage in die Höhe, so drückt im offenen Schenkel immer weniger Luft aufs Quecksilber; das Quecksilber fällt daher im geschlossenen, und zwar je höher man steigt. Kommt man endlich an das Ende des Luftkreises, so steht die Quecksilberwaage in beiden Schenkeln wieder gleich hoch, weil dann nichts mehr da ist, was auf sie drücken könnte.

In Fig. 4 steht es dann in der punktirten Linie.

6.

Bei dem Hinaufsteigen bemerkt man, dafs wenn man auf 875 Fufs gestiegen ist, das Quecksilber von 28 Zoll auf 27 Zoll gefallen ist, wenn der Wärmemesser auf dem Gefrierpunkte steht.

Steigt man noch 907 Fufs weiter, so fällt es auf 26 Zoll.

Steigt man noch 941 Fufs weiter, so fällt es auf 25 Zoll.

Weil die Luft immer dünner wird, so wie man höher kommt, so mufs auch die Luft, die einem Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält, immer länger werden.

7.

Das Heber-Barometer.

Das Heberbarometer ist Fig. 5 abgebildet. Es besteht aus einer krummgebogenen Glasröhre von 1½ bis 2 Linien Oeffnung, welche an dem einen Ende offen und am andern zugeschmolzen ist. Diese wird mit Quecksilber gefüllt, und senkrecht gehangen, wo das Quecksilber dann 28 Zoll steht. Das Quecksilber steigt in dem kleinen Schenkel bis *b*, indem es in dem grofsen bis *c* steht. Ueber *c* ist ein leerer Raum. Weil die Röhre oben zugeschmolzen ist, so kann die Luft nicht auf das Quecksilber im langen Schenkel drücken.

Hingegen im kurzen Sehenkel ist die Röhre offen, und die Luft kann frei auf das Quecksilber in *b* drücken. Je stärker sie drückt, desto mehr drückt sie es im kurzen Schenkel herunter und im langen herauf, und *bc* ist die Länge, die der Luft das Gleichgewicht hält, nämlich 28 Zoll.

Die Säule *ac* mifst also den Druck der Luft, und je stärker die Luft drückt, desto länger wird die Säule.

Das Barometer ist daher wie eine Waage anzusehen, auf der der Druck der Luft gewogen wird. Das Quecksilber im langen Schenkel ist das Gewicht in der

einen Waagschale, und die Luftsäule, die über dem kurzen Schenkel steht, und bis ans Ende der Atmosphäre geht, ist das Gewicht in der andern.

Das Quecksilber welches unterhalb der Linie *ab* im kurzen und langen Schenkel steht, kommt hierbei in keinen Betracht weil es sich selber wechselsweise im Gleichgewicht hält.

8.

Das Gefäfs-Barometer.

Bei Heberbarometer mufs man zweimal ablesen, einmal den kurzen Schenkel und einmal den langen. Bei Gefäfs-Barometer lieset man nur einmal ab, nämlich am langen Schenkel. Das andere Ablesen thut das Gefäfs, welches 12 bis 15 Linien weit ist.

Das Gefäfs ist ebenfalls von Glas und mit Messing eingefafst.

Das Gefäfs ist ebenfalls geschlossen, hat aber eine kleine Oeffnung, auf welche Luft frei auf das Quecksilber drücken kann. Je stärker der Druck ist, desto mehr fällt das Quecksilber im Gefäfs, und desto höher 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. bei 12 Linien Durchmesser des Gefäfses, und bei $1\frac{1}{2}$ Linien Durchmesser der Röhre, 80 Linien in der Röhre steigen, wenn es erst eine Linie im Gefäfs fällt.

9.

Auskochen der Quecksilber-Waage.

Das Quecksilber mufs, ehe es in die Barometer-Röhre 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 gröfste Beweglichkeit erhält.

Die Barometer-Röhren werden, ehe sie zugeschmolzen werden, inwendig mit Hülfe eines kleinen Schwammes, der an ein Fischbeinstäbchen befestigt ist, sorgfältig 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 Quecksilber gefüllt ist, wird sie über dem Feuer ausgekocht. Hierdurch geht alle Luft, die sich inwendig an die Röhre hängt, und alle Feuchtigkeit, die noch etwa zurückgeblieben ist, heraus.

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

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

Im Jahr 1810, wo ich die Reise nach der Schweiz machte, verglich ich meine Reise-Barometer mit zwanzig andern, von Frankfurt bis Chur. Ich fand sehr unbedeutende Unterschiede von 1, 2, 3 bis 4 Zehntel-Linie, und diese Barometer waren in Mannheim, in der Schweiz, in Frankreich und in Deutschland gemacht worden.

Die Barometer sind Individuen, aber sehr klein.

10.

Die Toise von Peru.

Die Quecksilberwaagen sind entweder Pariser, Rheinländer oder Londoner Maafs.

Der pariser Fuſs enthält 144 Linien, der rheinländische Fuſs enthält 139,13 paris. Linien, der Londoner Fuſs enthält 135,15 paris. Linien.

Ich habe mir eine Copie von der Peruer Toise im Jahre 1804 aus Paris mitgebracht. Es ist eine eiserne plattgeschliffene Stange von 6 paris. Fuſs Länge, $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite und $\frac{4}{3}$ Zoll Dicke. Sie ist von Lenoir verfertigt, und in meiner und des Astronomen Bouward Gegenwart vierzehnmal unmittelbar mit der Toise verglichen worden, welche bei der Peruer Grad-Messung gebraucht wurde, und die das genaueste und in Europa am allgemein bekannteste Grundmaaſs ist. Bei dieser Vergleichung fand sich, daſs meine Toise nur um $\frac{1}{890}$ einer Linie länger war als die Peruer. Da dieses auf eine Standlinie von 5 Stunden nur etwa ein Zoll beträgt, so lieſs sie der Künstler wie sie war. Der Preis der Toise ist 161 Franken.

Da man indeſs nicht immer Gelegenheit hat, die Maaſse unmittelbar mit den Urmaaſsen vergleichen zu können, so bestellt man seinen Maaſsstaab bei einem geschickten Künstler in Deutschland, wie z. B. bei Herrn Hof-Mechanikus Baumann in Stuttgardt, oder bei Herrn Hof-Mechanikus Röſsler in Darmstadt, oder bei Herrn Mauch in Cöln. Diese haben sich von Paris sehr genaue Maaſsstäbe verschafft, und man kann sich darauf verlassen, daſs sie diese mit aller Sorgfalt nachmachen. Herr Mauch hat auſser der Pariser Toise, auch noch das Meter, welches eine Copie ist von dem Meter, welches der Fürst Primas selber von Paris mitbrachte.

11.

Der Fuſs und seine Unterabtheilungen.

Ramsen hat sich viele Mühe gegeben, Schrauben von einer gewissen Steigerung zu machen, die z. B. beim englischen Fuſs 300mal rund gingen. Aber diese Mühe war vergeblich, und man hat es besser gefunden, daſs sie den Fuſs ganz willkührlich schneiden. Aber das

was sie schneiden, ist genau, nur müssen sie dann eine Tabelle haben, wornach die Umgänge berechnet sind.

Bei Herrn Mauch besteht die Theilscheibe aus einem Fuſs lange Schraube, die 0,7 Zoll dick ist, und sehr schön geschnitten. 307 Umgänge ist 1 paris. Fuſs, und er kann nun nach dem verschiedenen Maaſsstabe alles mögliche schneiden. Nur setzt er voraus, daſs nach dem Maaſsstabe er schneidet, er eine Tabelle hat, wo die Umgänge aus der Schraube ausgedrückt werden. So gehen z. B. auf dem rheinl. Fuſs $296\frac{89}{144}$ Umdrehungen oder 296,6174305.....

Auf einen englischen Fuſs gehen auf dieser Theilmaschine 288,132 ... Umdrehungen.

Auf einen Centimeter gehen 94,5082 .... Umdrehungen.

12.

Der pariser Fuſs wird in 12 Theile getheilt, und ein Theil heiſst dann der pariser Zoll.

Die Quecksilberwaage ist in paris. Zoll eingetheilt, so sagt man z. B. von der Quecksilberwaage: sie steht heute auf 28 Zoll. Der paris. Zoll wird wieder in 10 Theile getheilt, und heiſst die Dezimal-Linie, oder sie wird in 12 Theile eingetheilt, und man hat dann die 12theilige Linie.

Hier wird nur die 12theilige Linie gebraucht.

307 Umgänge ist 1 paris. Fuſs und mit 12 dividirt ist
25,58333 .... Umgänge 1 paris. Zoll, und
2,13194 .... Umgänge 1 paris. Duodezimal-Linie.

Vorne an der Scheibe ist ein Stück Messing von $5\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, welches in 100 Theile getheilt ist und mit der Schraube rund geht. Es gibt also Ein Hundert-Theil eines Umganges an.

Vorne hat es noch einen Noninus, welcher 11 Theile in 10 theilt. An der vordern Seite sitzt das Eisen an einer messingenen Platte, und dieses schneidet scharf, so wie man auch von Herrn Mauch jede Eintheilung scharf geschnitten findet.

Wenn die Maschine einschneidet, so sind 3 Menschen gegenwärtig. Der erste hat die Tabelle in der Hand, und lieset ab. Der zweite sitzt an der Scheibe und drehet, und der dritte zieht die Theilstriche.

So schneidet er in einem halben Tage 6 Zoll.

Ich habe für ihn eine Tabelle für pariser Zoll, Zehntel-Zoll und Hunderttel-Zoll verfertigt, welche mir zwei Tage Zeit kostete. Nun aber auch für immer berechnet ist.

Herr Mauch macht die Maaſsstäbe für's Kataster und hierbei hat er folgende Umdrehungen.

Es gehen demnach auf die rheinl. Ruthe 3559,4091666.... Umdrehungen.

2,847527333 .... für eine Ruthe im Maaſsstabe $\frac{1}{1250}$.
1,423763666 .... für eine Ruthe im Maaſsstabe $\frac{1}{2500}$.
0,7118818333 .... für eine Ruthe im Maaſsstabe $\frac{1}{5000}$.

Der Preis der Scheibe mit der Schraube ist 40 Thlr.

13.

Das Zeichnen der Scale.

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

Die feinsten Scalen lassen sich indeſs auf Glas zeichnen, entweder durch Einschleifen mit dem Messer oder durch Aetzen mit Fluſsspatsäure.

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

Ich habe im Jahr 1809 mehrere solcher Quecksilber-Waagen von Herrn Mechanikus Loos in Darmstadt verfertigen lassen, welche einen sehr hohen Grad von Vollkommenheit haben, und die ich immer bei dem Höhenmessen der Berge gebrauche.

So weit die Scale geht, ist die Röhre flach geschliffen, und wieder polirt. Hierauf sind die Theilstriche mit Flufsspathsäure eingeätzt, und zwar so fein, dafs man sie nur mit einem Vergröfserungsglase ablesen kann. Der Zoll ist in 10 Linien, und die Linie abermals in 10 Theile getheilt, so dafs jeder Zoll unmittelbar 100 Theile hat, von denen man mit Hülfe des Vergröfserungsglases, die Hälfte, Ein Drittel oder Ein Viertel schätzen kann.

Neben der Scale, die auf Glas geäzt ist, liegt eine zweite auf Messing, die ein Vernier hat, wo man gleich die Zehntel-Linie mit schätzt. Man hat nun zwei Scalen, die eine auf Glas und die andere auf Messing, und man gebraucht welche man will.

Der Anfangspunkt der Scale liegt beim Heberbarometer, bei der Linie *ab*. Man wählt diese so, dafs das Quecksilber immer auch selbst beim niedrigsten Stande auf dem Berge noch unter ihr steht. Man liest dann bei der Beobachtung ab, wie tief das Quecksilber unter der Linie *ab* im kurzen Schenkel, und wie viel es darüber im langen steht. Beides addirt, giebt die ganze Länge der Quecksilbersäule.

Beispiel.

Im kurzen Schenkel stand es unter *ab*	=	31,2 Linien.
Im langen Schenkel stand es über *ab*	=	242,3 „
Ganze Länge der Quecksilbersäule	=	273,5 Linien.

14.

Das Zeichnen der Scale beim Gefäfsbarometer.

Beim Gefäfsbarometer liegt der Anfangspunkt der Scale an einem elfenbeinernen Stäbchen, welches unbeweglich an die Glasröhre befestigt ist, und ins Gefäfs hineinreicht.

Beim Beobachten wird an der untern Schraube so lange geschraubt, bis die Quecksilberfläche im Gefäfs bis an das Stäbchen reicht. Die richtige Stellung des Stäbchens wird auf folgende Weise erhalten. Man hängt das Gefäfsbarometer neben einen Hebelbarometer, und sieht zu, wie hoch letzteres steht. Dieses sei 281,2 Linien. Darauf schraubt man unten am Gefäfs bis das Gefäfsbarometer auch auf 281,2 Linien steht. Dann wird das Stäbchen bis auf die Fläche des Quecksilbers gedrückt, und in dieser Lage durch einen Stift befestigt. Auf diese Weise gehen die Gefäfs-Barometer immer mit den Heberbarometern gleichförmig, weil ihr Nullpunkt einmal für immer nach diesem abgeglichen ist.

Die Scale beim Gefäfsbarometer ist auf Glas geschnitten, und nebenbei läuft eine zweite Scale auf Messing.

Herr Mauch, läfst die Quecksilberwaage ganz glatt, und schneidet dann mit der Flufsspatsäure die Scale darauf, die nun nicht gerade Striche machen, sondern krumme. Nur einer ist Gerade, wo das Auge gegenüber steht.

15.

Die Franzosen machen ihre Reisebarometer häufig von Messing, womit sie das Glas überziehen. So waren z. B. die Quecksilberwaagen des Herrn d'Aubuisson ganz von Messing, und sie kosteten 200 Francs. Das Messing dehnt sich sehr stark aus, und es mufs daher auf den Nullpunkt des Wärmemessers zurückgeführt werden, weil alle metrische Massen nur beim Nullpunkte genau sind. Für jeden Grad des hunderttheiligen Wärmemessers wurden 0,000185 Meter von der Länge der Quecksilbersäule abgezogen, eben weil alle meterischen Maasse nur beim Nullgrad genau sind. Die Ausdehnung des Messing ist $\frac{1}{10}$ von der Ausdehnung des Quecksilbers.

Der Fehler, der hieraus entstanden wäre, hätte sich auf 1 bis 2 Meter belaufen, d. h. auf eine Länge von 1708 Meter, denn so hoch ist der Monte Gregorio.

Da unsere Scalen auf Glas geätzt sind, und das Glas sich sehr wenig ausdehnt, so haben wir keine Berichtigung.

Die Quecksilberwaage ist auf Holz, und zwar ist es Tannenholz mit anderm Holze fournirt, z. B. Kirschbaum, Birnbaum, Mahagoni u. s. w. Das Tannenholz zieht sich gar nicht.

16.

Die Haarröhrchen-Kraft.

Beim Gefäſs-Barometer muſs man auch die Haar-Röhrchen-Kraft berücksichtigen; die Ursache davon ist folgende:

Wenn man eine gläserne Röhre in eine Scale mit Quecksilber hält, so steht das Quecksilber in der Röhre niedriger, als auſserhalb, und zwar um so niedriger, je enger die Röhre ist. Man nennt dieses die Herabdrükkung der Haarröhrchen-Kraft. In Heberbarometern hebt sich diese Herabdrückung immer in beiden Schenkeln sehr nahe gegeneinander auf, wenn beide gleich weit sind, obschon in dem offenen Schenkel die Halbkugel auf der Oberfläche des Quecksilbers immer etwas flächer ist, als in dem geschlossenen, warscheinlich wegen der Feuchtigkeit, die sich auf der innern Glasfläche anlegt.

In den Gefäſs-Barometern ist diese Herabdrückung aber bedeutender, weil sie in dem weiten Cylinder des Gefäſses ganz unmerklich ist, und hingegen in der engen BarometerRöhre desto gröſser. Die Gefäſs-Barometer stehen deſswegen immer etwas niedriger als die Heberbarometer, wenn ihre Scale nicht nach diesen regulirt ist. Will man daher zwei Beobachtungen miteinander vergleichen, die mit verschiedenen Barometern angestellt sind, so muſs man die Weite der Röhren messen, um heirnach den Unterschied in dem Stande der beiden Barometer berechnen zu können, den sie zeigen würden, wenn sie nebeneinander hingen.

Man gebraucht bei dieser Rechnung folgendes Täfelchen:

Innerer Durchmesser der Röhre.	Herabdrückung des Quecksilbers.
6,76 Linien.	0,056 Linien.
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 „

17.

Sperrung des Quecksilbers bei Heber-Barometern.

Bei dem Reise-Barometer ist das erste Bedürfniſs eine gute Sperrung, damit man es ohne Gefahr von einem Orte zum andern tragen kann. Beim Heber-Barometer ist die einfachste Art mit einem Fischbeinstäbchen, welches unten mit Flockseide umwickelt ist. Man kehrt die Quecksilberwaage um, wo das Quecksilber dann bis in die Krümmung zurücktritt. Wenn man dann das Fischbeinstäbchen hineinsteckt, so ist sie vollkommen gesperrt, und man kann sie ohne Gefahr hin und her tragen. Hierbei wendet man die Vorsicht an, daſs man sie immer umgekehrt hält, so daſs das zugeschmolzene Ende der Röhre unten ist. Wenn dann auch durch die Ausdehnung des Quecksilbers sich einige Kügelchen am Stäbchen vorbei drücken, so ist ihr Verlust unbedeutend. Eben so thut es nichts, wenn nachher beim Zusammenziehen des Quecksilbers etwas Luft am Stöpsel vorbeigeht, diese muſs immer in der Krümmung bleiben, da die Quecksil-

berwaage umgekehrt getragen wird, und beim Oeffnen kann man sie durch Schütteln leicht wieder herausbringen, ehe die Quecksilberwaage wieder in ihre senkrechte Lage kommt, und das Quecksilber wieder anfängt zu spielen.

De Luc empfahl in seinem Werke über die Atmosphäre, welches im Jahre 1772 erschien, einen Hahn von Elfenbein, mit dem man das Quecksilber sperrte. Seit dieser Zeit hat man Hahne von Eisen gemacht, weil das Eisen dem Quecksilber nicht unterworfen ist.

Ich habe Fig. 6. einen solchen Hahn abgebildet, den ich an einem meiner Heberbarometer habe.

18.

Sperrung des Quecksilbers bei Gefäfs-Barometern.

Diese Sperrung beruht darauf auf den Stöpsel, der in dem Gefäfs herunter und herauf geschraubt wird. Das Gefäfs ist oben und unten eben weit, und zwar von Glas. Oben hat es einen eisernen Boden, weil bekanntlich das Eisen vom Quecksilber nicht angegriffen wird.

Unten hat es einen Stöpsel, der durch eine Schraube herunter und herauf bewegt wird, und von Korkholz gemacht ist. Auf diesem liegt das Quecksilber.

So wie man nun hinlänglich beobachtet hat, so biegt man das Barometer zurück, und der Korkstöpsel geht bis an die Barometerröhre und verschliefst sie. In dem Gefäfs ist aber noch Quecksilber, welches nun von der Röhre abgesperrt ist.

Ein flaches elfenbeinernes Stäbchen geht in die Röhre und hat eine Oeffnung, durch die die Luft auf das Gefäfs drückt. So wie das Gefäfs verschlossen ist, so drückt man oben ein elfenbeinernes Stäbchen in die Oeffnung der sehr feinen Röhre und verschliefst sie. Das Barometer kann dann ohne Gefahr getragen werden.

Ehe man es wieder aufhängt, sieht man nach, ob die Röhre voll ist. Ist sie es nicht, so wirft man etwas Quecksilber aus dem Gefäfs in die Röhre, so dafs die Röhre eine Wölbung von Quecksilber bekömmt. Man schraubt dann das Gefäfs wieder zu, und hängt das Barometer an einen Nagel und schraubt es jetzt wieder auf. In der Röhre und im Gefäfs wird dann eine Masse Quecksilber stehen, die zum Höhenmessen gebraucht werden kann. Unter dem Stöpsel schraubt man das Gefäfs bei *k* aus, und man kann, wenn man die Quecksilberwaage umgekehrt hält, und mit dem Finger verschliefst, entweder Quecksilber herein oder Quecksilber heraus thun.

Das Aeufsere des Gefäfses ist von Messing. Oben ist es ausgeschnitten, so dafs man da blofs das Glas sieht. Dieser Ausschnitt ist 3 Linien hoch und 5 Linien breit, und ihrer sind zwei, vorne und hinten einer. Durch diese Ausschnitte kann man das Gefäfs stellen, nämlich den Stöpsel. Dieses geht sehr scharf.

Herr Loos machte an das elfenbeinerne Stäbchen einen Hut, und man stellte es damit. Der Ausschnitt aber ist besser.

19.

Wie verschickt man die Quecksilberwaagen?

Diese Gefäfsbarometer lassen sich, wenn sie gut verpackt sind, mit Fuhrgelegenheiten verschicken, ohne dafs sie beschädigt werden, welches sonst fast keine Quecksilberwaagen thun. Denn wenn die gewöhnlichen Quecksilberwaagen auch unzerbrochen an Ort und Stelle ankommen, so haben sie doch gewöhnlich Luft geschöpft, weil sie beim Verpacken bald recht und bald verkehrt gestellt werden.

Aus diesem Grunde lassen sich auch die angeführten Heberbarometer nicht mit Fuhrgelegenheiten verschicken, weil, wenn sie unterwegs umgekehrt werden, die Luft, welche unten am Stöpsel vorbeigegangen ist, leicht in den langen Schenkel tritt. Und so dicht darf man das Queck-

silber nicht absperren, das keine Luft an der Sperrung vorbei kann, weil man sonst in Gefahr ist, dafs die Röhre springt, wenn das Quecksilber sich bei der Wärme ausdehnen will, und es nirgends an der Sperrung vorbei kann.

Man hat Borometer, welche eine Sperrung mit einem Hahnen von Kork haben. Diese sind, wenn nicht immer bei veränderter Temperatur auf sie acht gegeben wird, dem Zerspringen sehr leicht ausgesetzt.

Herr Loos, der sonst in Büdingen wohnte, welches ungefähr 60 Stunden von Düsseldorf ist, brachte diese Quecksilberwaagen selber. Es war ihm zu gefährlich, sie zu verschicken, und ich sorgte dafür, dafs er viele Heber-Barometer, Gefäfsbarometer und Wärmemesser zu uns herunterbrachte.

20.

Das Aeufsere der Quecksilberwaage.

Dem Gehäuse der Quecksilberwaage pflegt man die Form eines Stockes zu geben, der sich dann der Länge nach öffnet. Doch hängt sie schief, wenn der Deckel geöffnet ist.

Ich habe folgende Figur gewählt, die mir als die bequemste geschienen hat. Die Quecksilberwaage ist von Tannenholz mit anderm Holze fournirt. Sie ist $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, 3 Fufs lang und 4 Linien dick. Dann hat sie einen Deckel, der eben so lang, breit und dick ist, und der mit 4 Krämpchen darauf befestigt wird. Unten und oben hat er 2 Stiftchen.

So wie man zu beobachten anfängt, geht der Deckel ab, und er hat gar keine Verbindung mit der Quecksilberwaage.

21.

Das Aufhängen der Quecksilberwaage.

Um die Quecksilberwaage aufzuhängen, bohrt man mit einem kleinen Zwickerbohr in einen Baum und hängt es daran; dafs man eine Schnur mit einem Loth hat, ist unnöthig.

Findet man aber keinen Gegenstand an den man es hängen könnte, so mufs man ein dreibeiniges Stativ mitnehmen, wie in Fig. 12 abgebildet ist. Die Füfse lassen sich so in der Mitte zusammenlegen, dafs sie einen runden Stock ausmachen. Die Quecksilberwaage hängt dann oben an einem Queerstück, wie Fig. 13. zeigt.

Das Stativ kann man von Tannenholz machen, und die Gewerbe oben von Messing.

Wenn die Füfse des Stativs zusammengelegt sind, so wird unten ein Ring daranf gesteckt, und dann kann man es als Krückenstock bei Bergreisen gebrauchen.

22.

Die beiden Vergröfserungs-Gläser.

Man hat zwei Vergröfserungsgläser, da man auch zwei Quecksilberwaagen hat. Man sieht mit ihnen die Theilstriche, die ganz gerade und glatt sind. Sie vergröfsern 3 oder 4 mal. Fig. 10 ist ein Vergröfserungsglas.

Der Preis der Vergröfserungsgläser ist 2 Thaler. Dafür werden sie von Herrn Mauch verfertigt. Sie sind einfach und sehr schön geschliffen.

23.

Bewegung des Quecksilbers.

Die Quecksilberwaagen sind unten sehr enge, wegen des starken Gewichts des Quecksilbers, damit dieses nicht so stark schlägt.

Sie schlagen daher, wenn man sie schief hält, nur sehr schwach an die Röhre, und wenn man sie wieder gerade hält, so gehen sie wieder langsam zurück.

Aber am Ende steht doch das Quecksilber wieder eben hoch in der Röhre, nur mufs man es schütteln, denn ich habe bemerkt, dafs sie um den 10ten Theil einer Linie tiefer oder höher standen. Dieses ist also 8 Fufs Luft. So wie man sie bewegt, steigen sie um etwas, und

man kann sicher sein dafs die Quecksilbersäule eben so hoch steht, wie die Luftsäule drückt, welche bis ans Ende der Atmosphäre geht.

Herr Mauch macht Wettergläser, die nur 4 Thaler kosten, und worin das Quecksilber dieses nicht hat. Wenn man diese Wettergläser neigt, so geht das Quecksilber bis oben an die Röhre, und zwar sehr hart. Das ist ein Zeichen, dafs diese Röhren gleich weit sind. Das Wetterglas hängt übrigens ruhig, und es hat nicht die Verengerung in der Röhre, die das Quechsilber in der Waage haben mufs, welches zum Höhenmessen der Berge dient.

24.

Die beiden Wärmemesser.

Aufser der Quecksilberwaage bedarf man noch zwei Wärmemesser.

Der eine liegt gewöhnlich bei der Quecksilberwaage und seine Länge beträgt ungefähr 7 bis 8 Zoll. Er giebt die Wärme des Quecksilbers in der Quecksilberwaage an, denn alles Abwiegen setzt voraus, dafs das Quecksilber und die Luft einerlei Wärmegrade hat.

Der andere Wärmemesser, der die Wärme der Luft anzeigt, ist $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fufs hoch, und seine Grade auf ihn pflegen 2 bis 3 Linien zu seyn, und sie sind in Zehntel-Grade eingetheilt.

Dieser Wärmemesser erfordert eine sehr sorgfältige Behandlung, damit er die wahre Wärme der Luft angiebt. Diese Berichtigung ist bedeutend, und sie beträgt allein so viel, wie zehn andere. Beim Monte Gregorio beträgt 1 Grad 24 Fufs und er ist nur 5259 Fufs hoch.

Die Wärmemesser werden auf folgende Weise gemacht.

Der Wärmemesser oder das Thermometer besteht aus einer Glaskugel und einer sehr engen Röhre, die oben zugeschmolzen ist. Vorher wird sie mit Quecksilber gefüllt. Wenn man die Kugel in siedendes Wasser hält, so

dehnt sich das Quecksilber aus, und steigt bis ans Ende der Röhre. Die Stelle, wo es alsdann steht, wird mit einem Einschnitte ins Glas bezeichnet, und heifst der Siedpunkt.

Hält man ihn dann in gefrierendes Wasser, so zieht sich das Quecksilber zusammen, bis in *o*. Diese Stelle wird wieder bezeichnet, und heifst der Gefrierpunkt. Siehe Fig. 8.

25.

Die Wärmemesser von Fahrenheit.

Es ist noch nicht lange her, dafs man gleichförmige Wärmemesser hat. Erst im Jahre 1772 machte De Luc seine Tabelle bekannt, wodurch er den Weingeist-Wärmemesser, und den Quecksilber-Wärmemesser mit einander verglich, und so den schwankenden Meinungeu ein Ziel setzte.

Fahrenheit der mit det Verfertigung von Wettergläsern sein Gewerbe trieb, und der sich in der Folge in Holland niederliefs, war der erste, der sich mit genauen Wärmemessern abgab. Doch machte er sie damals nur von Weingeist.

Im Jahre 1709 wo er in Danzig lebte, war ein sehr strenger Winter, und er nahm die Kälte für die gröfste an, die es giebt. Freilich hat man seit der Zeit noch andere Grade kennen gelernt, als damals in Danzig. Wenn er gleiche Theile Schnee und Salmiak nahm, und diese durcheinander mischte, so bekam er diese Kälte heraus, und er bezeichnete sie mit 0, welches 32 Grad unter dem Gefrierpunkte des Wassers liegt.

Dieses sind $14\frac{2}{9}$ Grad R. Setzt er dis Kugeln seiner Wärmemesser in die erkältete Mischung, so sank der Weingeist eben so tief, als er bei der angeführten Kälte in Danzig gestanden hatte.

Den Siedpunkt bestimmte er mit dem Kochen des Quecksilbers, und theilte solchen vom Punkte der Danziger Kälte bis zum Kochen des Quecksilbers in 600 Theile. Dieses sind 315° Centes.

Auch dieses war ein Irrthum, denn nach Dulong und Petit kochte erst das Quecksilber bei 350° Centes. und zwar des Luft-Thermometers. Dieses war im Jahr 1818.

Da man aber die Wärmemesser von so grofsem Umfange nicht immer nöthig hat, so verfertigte er kleinere, die sich bis zur Siedhitze des Wassers erstrecken, und von welchem der Zwischenraum zwischen beiden festen Punkten 212 Theile umfafste.

So entstand jetzt die gewöhnliche Fahrenheit'sche Scale, die zuerst den Wärmemessern eine bestimmte und allgemein verständliche Sprache gab.

Der Weingeist hatte bei dem Wärmemesser grofse Vorzüge; zuerst dehnt er sich stark aus, und zweitens konnte er dem Auge eine beliebige Farbe geben. Aber dagegen dehnt er sich bei der Wärme sehr unregelmäfsig aus, und bald fing Fahrenheit statt die Wärmemesser mit Weingeist seine Wärmemesser mit Quecksilber zu füllen, welchen Vorschlag schon Halley 1680 gemacht hat. Nach Moschenbroch soll dies schon 1709 geschehen seyn. Doch schickte dieser dem Kanzler Wolfen im Jahre 1714 noch zwei Weingeist-Thermometer, die etwa 7 Zoll lang waren, und diese waren noch nicht mit Quecksilber gefüllt. Es scheint demnach, dafs Fahrenheit erst später auf das Füllen mit Quecksilber gekommen ist.

26.

Die Wärmemesser von Reaumur.

Es sind jetzt gerade 100 Jahre, dafs Reaumur seine Abhandlung über die Regeln bekannt machte, welche man bei den Wärmemessern beobachten müsse. (Sie stehen in den Memoires de l'Aacademie de Paris 1730). Auch er wandte das Weingeist-Thermometer an, und theilte den Weingeist vom Siedpunkte bis zum Gefrier-Punkte auf 80°. Maupertuis hat solche zwei Reaumur'sche Wärmemesser mit nach Lappland genommen.

Am 3. Dezember 1736 stand das Weingeist-Thermometer anf 18° und das Quecksilber-Thermometer auf 22° unter Null. Diese 4 Grad Unterschied kommen auf den Weingeist.

Endlich hat De Luc durch mühsame Untersuchungen eine genaue Vergleichung des wahren Reaumur'schen Weingeist-Wärmemessers mit dem Quecksilber-Wärmemesser von 80 Grad zu Stande gebracht.

Folgendes ist ein Auszug hierans:

	Quecksilber-Thermometer von 80 Grad.	Reaumur'scher Weingeist-Thermometer.
Siedpunkt des Wassers.	80	100,4
	70	85,2
Siedpunkt des Reaumur'schen Weingeist-Thermometers.	66,6	80
	60	70,8
	50	56,8
	40	44,2
	30	32,6
Wärme des menschlichen Körpers.	29,9	32,5
	20	21,1
	10	10,6
Temperatur der Keller der Sternwarte.	9,6	10,25
Zergehendes Eis.	0,	0,8
Null des Reaumur'schen Thermometers.	÷ 0,8	0
	÷ 10	÷ 8,5
	÷ 15	÷ 13,1
2 Theile zergehendes Eis, 1 Theil Salz.	÷ 17	÷ 15

Man sieht hieraus, wie nöthig es sei beiderlei Wärmemesser genau zu unterscheiden. Unter den ältern Beobachtungen finden sich viele, die ganz auffallend und unerklärbar bleiben, wenn man vergifst, auf diesen Unterschied Rücksicht zn nehmen.

27.

Der hunderttheilige Wärmemesser.

Man theilt ihn vom Gefrierpunkt bis zum Siedpunkt in 100 Grad und heifst ihn den hunderttheiligen Wärmemesser. Man hat hier für immer das Quecksilber gebraucht, weil der vom Weingeist so unregelmäfsig war.

Beim Siedpunkte ist der Druck der Luft angegeben, bei welchem es siedet. Bei uns z. B. auf 28 Zoll. In Karlsruhe und Stuttgardt z. B. $27\frac{1}{2}$ Zoll. Dieses macht einen bedeutenden Unterschied unter den Wärmemessern, der bei diesen Versuchen nicht vernachläfsigt werden darf. Als Saussure am 3. August 1787 den Montblanc bestieg, so kochte das Wasser schon bei 69° in eine Höhe von 14793 Fufs über dem Meere. Derselbe Wärmemesser hatte an der See, wo Herr von Saussure die Quecksilberwaage auf 28,5 Zoll beobachtete, erst bei 81 Grad gekocht.

Dieses macht die Dünnheit der Luft.

Als in Frankreich das Meter eingeführt wurde, so theilte man auch den Wärmemesser zu 100 Grad, und seit der Zeit ist der Wärmemesser, der in 100 Grad eingetheilt ist, in diesen Landen üblich.

28.

Ein Wärmemesser ist an der Quecksilberwaage befestigt, und wird da aufgehangen, wo die Quecksilberwaage aufgehangen wird. Er soll nur anzeigen, wie warm die Luft auf die Quecksilberwaage drückt.

Der zweite Wärmemesser oder der Wärmemesser der Luft fordert eine sehr sorgfältige Behandlung. Ist er in der Nähe eines Hauses, so hängt man ihn 20 oder 30 Fufs von der Erde an der Nordseite, und setzt voraus, dafs er die wahre Temperatur der Luft habe, abgesehen von allen örtlichen.

Herr d'Aubuisson hing seinen Wärmemesser, weil kein Haus da war, an eine Pappel, 12 Fufs von der Erde.

Oben auf dem Monte Gregorio hing er den Wärmemesser, wenn der Wind aus Süden kam, hinter einen Felsen von Nord-West. Wenn aber der Wind aus Westen oder Norden kam, so hing er den Wärmemesser ans Kreuz, das auf dem Signal stand.

Herr d'Aubuisson hat eine sehr grofse Sorgfalt auf den freien Wärmemesser verwendet, und ihm verdankt man es auch, dafs er die Höhe eines Berges der 5259 Fufs hoch ist, durch zehn Messungen mit der Quecksilberwaage genau bis auf 2 Fufs gemessen hat. Der freie Wärmemesser hatte den 7. October 1809. 4° R. weniger als der erste Wärmemesser, welcher bei der Quecksilberwaage befestigt war. Dieses ist ein Zeichen, dafs man mit dem Wärmemesser der die Wärme der Luft angiebt, sehr sorgfältig sein mufs.

29.

Der Feuchtigkeitsmesser oder das Hygrometer.

Die Luft ist nicht vollkommen trocken, sondern es sind Wasserdämpfe in ihr. Diese Wasserdämpfe sind leichter, als die Luft, und ihr Gewicht ist 0,62 das der Luft gleich 1 gesetzt.

Indessen es sind nie viele Dämpfe in der Luft, und bei mittler Feuchtigkeit machen sie nur eine Luftsäule von 10000 Fufs um 30 Fufs länger das ganze Jahr. Diese Länge ist verschieden und ist z. B. im Januar 17 Fufs und im Juli 48 Fufs.

Herr d'Aubuisson hat folgende Tafel für die 12 Monate des Jahres berechnet. Die Beobachtungen sind von Genf.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Für eine Berghöhe von 10,000 Fufs beträgt diese:

Im Januar . . .	17 Fufs.	Im April	24 Fufs.
» Februar . .	18 »	» Mai	35 »
» März	20 »	» Juni	41 »

Im Juli	48 Fufs.	Im October	27 Fufs.
» August . .	48 »	» November . . .	24 »
» September	40 »	» Dezember . . .	18 »

Die Feuchtigkeit der Luft ist sehr veränderlich, und so kann sie bald mehr bald weniger betragen. d'Aubuisson hat eine Tafel mitgetheilt, wo sie für den Monte Gregorio im October 1809 die Thermometer-Grade ÷ 3,6 Fufs beträgt. Die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit war 14 Fufs. Herr d'Aubuisson hat keine Feuchtigkeitsmesser gehabt. Ich will es bei den Werkzeugen anführen, da es sehr leicht sich beobachten, und eben so gut an einen Nagel hängen läfst, wie den Wärmemesser.

Man hat zweierlei Feuchtigkeitsmesser, entweder die von Sausure oder die von Herrn de Luc. Der Feuchtigkeitsmesser des Herrn von Saussure ist ein blondes Menschenhaar, der des Herrn de Luc ist ein Fischbein-Streifchen, das quergeschnitten ist. Sie haben 6 bis 10 Zoll Länge und 2 bis 3 Zoll Breite. Die Scale ist in 100 Grade eingetheilt, und folgendes sind die Feuchtigkeits-Grade des de Luc'schen und des Saussure'schen Feuchtigkeitsmessers.

	Fischbein.	Haar.	Fischbein.	Haar.
Trocken.	0	0,0	50	85,4
	5	12,0	55	88,4
	10	29,9	60	90,8
	15	39,9	65	92,8
	20	50,8	70	95,1
	25	58,8	75	97,1
	30	65,3	80	98,1
	35	70,8	85	99,1
	40	76,1	90	99,6
	45	81,4	95	100,0
			100	99,5 Wasser.

Das de Luc'sche Fischbein-Hygrometer steht gewöhnlich 35 Grad, und in derselben Zeit, dafs dieses 35 Grad zeigt, zeigt das Haar-Hygrometer von Saussure 71 Grad. Der Grund liegt in den beiderseitigen

hygroskopischen Substanzen, wo das Fischbein 35 Grad zeigt, da zeigt das Haar-Hygrometer 71 Grad.

Saussure hatte ein Haar-Hygrometer auf dem Montblanc. Der Feuchtigkeitsmesser stand daselbst im Schatten 51 Grad. Der Feuchtigkeitsmesser, der in Genf war, stand auf 77 Grad im Schatten. Das Mittel aus beiden ist 64 Grad.

Bei Saussure und de Luc mufs man alle 2 oder 3 Jahre die hygroskopische Substanz ändern, entweder das Menschenhaar von Saussure oder das Fischbein-Streifchen von de Luc. Nach dieser Zeit thun sie keine Dienste mehr. Dieses ist aber nur eine Kleinigkeit.

Die Feuchtigkeitsmesser von Daniel und Deliel übergehe ich.

30.

Preise der Werkzeuge.

Ich werde die Preifse mit hierher setzen, damit Jedermann sieht, wie wohlfeil sie sind. Die Preifse sind von Herrn Mechanicus Mauch in Cöln.

1. Ein Gefäfsbarometer kostet . . . . . 12 Thlr.
2. Ein Heberbarometer . . . . . 12 »
3. Ein Gefäfsbarometer mit kupfernem Ueberzug . . . . . 20 »
4. Ein Heberbarometer mit geätzter Scale und einem Hahn . . . . . 20 »
5. Die Wärmemesser für die Luft von $1\frac{1}{2}$ Fufs Länge . . . . . 5 »

   Die Wärmemesser, die fürs Barometer dienen, und nur 8 oder 9 Zoll lang sind, bekommt man hierbei. Sie sind beim Barometer befestigt.
6. Ein Feuchtigkeitsmesser von de Luc von Fischbeinstreifchen . . . . . 5 »
7. Ein Feuchtigkeitsmesser von Saussure 5 »
8. Ein Vergröfserungs-Glas . . . . . 2 »

31.

Die Art zu beobachten.

Wer beobachten will, hält sich ein Tagebuch. Dieses ist in Octav gebunden, und enthält ungefähr 200 Seiten. Hätte Herr von Saussure ein solches Tagebuch gehabt, und er es dann hätte abdrucken lassen, so hätte man jetzt keine Schwierigkeiten, die Beobachtungen so darzustellen, wie sie gemacht sind, welches jetzt beinahe unmöglich ist. Die Ursache ist an der unbequemen de Luc'schen Thermometersprache, worin ihm auch später keiner gefolgt ist.

Die Art zu beobachten ist folgende:

Wenn man an dem Ort der Beobachtungen ist, z. B. auf der Spitze eines Berges, so sucht man eine schickliche Stelle zum Aufhängen der Quecksilberwaage. Wenn man kann, so wählt man eine solche, wo sie von den Winden und von der Sonne so viel wie möglich geschützt sind. Man läfst dann die Sperrung der Quecksilberwaage vorsichtig los, und hängt sie senkrecht an dem Reisestab dessen 3 Füfse sich auseinander schlagen.

Man kann es mit Hülfe eines Bleiloths von ein paar Fufs senkrecht stellen. Wenn die Quecksilberwaage einen Zoll überhängt, so ändert dieses den Stand des Quecksilbers ungefähr um $\frac{1}{100}$ Zoll. Indefs ist es sehr leicht, die Quecksilberwaage bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll senkrecht zu hängen, auch selbst dann, wenn es, wie anf Bergen sehr häufig der Fall ist, windig ist.

Da das Barometer eine Waage ist, auf der der Druck der Luftsäule gegen den Druck einer Quecksilbersäule abgewogen wird, so mufs man, weil beide Säulen von der Wärme ausgedehnt werden, die Wärme von beiden bestimmen, durch den Wärmemesser der an der Quecksilberwaage ist.

Der andere Wärmemesser, der $1\frac{1}{2}$ Fufs lang ist, und der die Wärme der Luft angeben soll, verdient eine sehr sorgfältige Behandlung. Denn auf dem Monte Gregorio

war er am 7. October 1809 4 Grad niedriger, wie der Wärmemesser an der Quecksilberwaage. Dieser stand nämlich 7° R. und der Wärmemesser der Luft nur 3° R., und doch waren beide Beobachtungen so gut, daſs sie 5256 Fuſs die Höhe des Berges angeben. Also nur um 3 Fuſs verschieden von der geometrischen Messung.

Nach 10 Minuten fängt das Ablesen an, und dieses wird von 10 zu 10 Minuten fortgesetzt, bis man es fünfmal hat, gerade so wie bei Herr d'Aubuisson. Diese Beobachtungen schreibt man dann mit Blei in das Tagebuch, und des Abends füllt man sie mit Dinte aus.

Ich will ein Beispiel vom Löwenberg geben, den ich den 13. October 1809 maaſs. Es war gerade um dieselbe Zeit, als Herr d'Aubuisson den Monte Gregorio in der italienschen Schweiz maaſs.

Löwenberg, den 13. October 1809. Morgens 9 Uhr.
Der Wind Ost. Der Himmel heiter.

	Quecksilberwaage.			Wärmemesser.	
	Kurzer Schenkel.	Langer Schenkl.	Ganze Länge.	Am Barometer.	Im Schatten.
9 Uhr. 0 Min.	27,09	241,44	268,53 Zoll.	+ 2,1°	+ 2°
10	08	44	52 Linien.	+ 2,0°	+ 2°
20	09	44	53 „	+ 2,1°	+ 2°
30	09	44	53 „	+ 2,2°	+ 2°
40	80	44	53 „	+ 2,1°	+ 2°
	Mittel =		268,53 Zoll.	+ 2,1°	+ 2°

Der zweite Beobachter in Königswinter hatte ein Gefäſs-Barometer, womit er dieselbigen Beobachtungen anstellte.

Der freie Wärmemesser, der die Wärme der Luft giebt, hing nach Norden, ungefähr 20 Fuſs vom Pflaster. Der andere Wärmemesser hing unmittelbar an der Quecksilberwaage. Auf diese Weise vermeidet man allen Einfluſs der Wärme der Luft, und ich hatte diejenige mittlere Wärme, die die Luftsäule von Königswinter bis auf den Löwenberg hatte, nämlich durch 1200 Fuſs.

32.

Man hat sich in vorigen Zeiten viele Mühe gegeben mit der Wärme der Luftssichten. Auf diese Weise ist es ganz einfach.

Der Wärmemesser, der an der Quecksilberwaage ist, giebt die Wärme des Quecksilbers an. Der Wärmemesser, der an der Luft ist, giebt die Wärme der Luftsäule an.

Man nimmt nun aus beiden freien Wärmemessern das Mittel. Nämlich aus dem freien unten und aus dem freien oben. So war es beim Montblanc unten und oben 10,15 Grad. Nämlich $\frac{22^{0},6 \div 2^{0},3}{2} = 10^{0},15$ R. und dieses ist die Wärme. welches die Luftsäule hat.

Die Wärme an der Quecksilberwaage ist hiervon 1, 2, 3 bis 4 Grad verschieden. Auch diese führt man auf 10,15 Grad, und so ist dann das Quecksilber abgewogen bei 10,15 Grad, wo die Luft auch 10,15 Grad Wärme hat.

Dieses ist das Ganze.

33.

Eine einzelne Quecksilberwaage.

Wenn man Berge mifst, die eben nicht hoch sind, dann braucht man nur eine Quecksilberwaage, weil man voraussetzen darf, dafs in der kurzen Zwischenzeit, die zwischen Hinauf- und Hinuntersteigen verfliefst, der Druck der Luft sich nicht ändert, besonders wenn man einen heitern und windstillen Tag gewählt hat. Das Verfahren ist dann ungefähr folgendes:

Man hängt die Quecksilberwaage am Fufse des Berges auf, und bemerkt ihren Stand, dann steigt man auf den Berg, hängt sie hier wieder auf, und bemerkt ebenfalls ihrenStand. Dann hängt man beim Hinabsteigen die Quecksilberwaage wieder an dieselbe Stelle, und bemerkt ihren Stand aufs neue. Findet man einen kleinen Unterschied, so vertheilt man diesen, indem man voraussetzt, dafs sie gleichförmig gefallen oder gestiegen ist.

Beispiel.

Unten stand die Quecksilberwaage	28,00 Zoll	um 3 Uhr.
Oben » » » » »	28,50 »	
Wieder unten	28,10 »	» 6 »

Die Quecksilberwaage ist also von 3 bis 6 Uhr 0,1 Zoll gestiegen. Also in 2 Stunden 0,07 Zoll. Um 4 Uhr würde sie also wie sie oben 27,50 Zoll stand, unten 28,07 gestanden haben.

Im Jahr 1810 habe ich den Königsstuhl bei Heidelberg gemessen, und hatte nichts wie mein Reise-Barometer bei mir. Ich mufste mich begnügen, meine Beobachtung auf dem Berge mit denen zu vergleichen, die ich selber vor dem Hinaufsteigen und nach dem Hinunterkommen am Neckar machte, und dabei voraussetzte, dafs der Druck der Atmosphäre sich in der Zwischenzeit gleichförmig geändert habe.

Hier sind die Beobachtungen:

Den 21. Juli 1810, Nachmittags halb 4 Uhr, stand die Quecksilberwaage am Neckar unterhalb der Brücke auf 28,151 Zoll bei 14°,4 R. Um halb 7 stand sie auf derselben Stelle 28,181 Zoll bei 13°,8 R. Um halb 6 stand sie auf dem Königsstuhl auf 26,630 Zoll bei 12° R. Hieraus folgt die Höhe des Königsstuhls über dem Neckar zu 1458 Fufs und 1528 Fufs über dem Rheine bei Mannheim.

34.

Ueber die beste Zeit zu Beobachtungen mit der Quecksilberwaage.

1. Wenn man einen einzelnen Berg messen will, wie d'Aubuisson den Monte Gregorio, und ich im Jahr 1809 das Siebengebirge, so sind die beiden Quecksilberwaagen nur anderthalb bis 2 Stunden aus einander, und werden daher zur Zeit der Beobachtung, welche des Mittags um 12 Uhr ist, bei gleichem Drucke nothwendiger Weise gleich hoch stehen.

Eine solche Messuug ist, wenn sie einen ganzen Monat dauert, bis auf 2 Fufs genau, auch wenn die Höhe 5259 Fufs ist.

Auch hat der Wärmemesser der Luft keinen Einflufs durch seinen verschiedenen Stand. Den 25. October 1809 war der Wärmemesser im Mittel 12 Grad, und am 30. October war er nur 6 Grad. Den 25. October gab die Quecksilberwaage 5249 Fufs, und den 30. October 5272,8 Fufs. Im ersten Falle betrug jeder der 12 Grad 1193 Fufs, und im letzten Fall jeder der 6 Grad 510 Fufs.

Dieses hat also keinen Unterschied auf die Höhenmessung mit der Quecksilberwaage gehabt, wie viele scheinen geglaubt zu haben.

Folgende Tafel giebt den Unterschied der Wärme der Luft für 5259 Fufs an.

Octob. 1809.	Luft.	Luft.	Luft. Unterschied.	Luft. Unterschied.
	g. R.	g. R.	g. R.	
1	14,8	5,8	9,0	für 1° R. = 584 Ffs.
4	12,4	1,9	10,5	501
7	14,9	3,0	11,9	442
8	14,7	2,6	12,1	434
17	16,0	7,9	8,1	648
18	15,6	7,9	7,7	683
20	13,0	6,5	6,5	809
25	14,4	10,0	4,4	1193
30	10,9	0,6	10,3	510
31	10,6	1,4	9,2	571

2. Will man aber 10 bis 20 Stunden mit der Quecksilberwaage messen, so setzt dieses eine grofse Gleichförmigkeit der Atmosphäre voraus.

Dieses war z. B. der Fall, als Herr von Saussure den Montblanc bestieg, wo es 4 Wochen geregnet hatte, und als nun das gute Wetter erschien, so war es auch gleichförmig gut, nämlich den 3. August 1787 von Genf bis auf den Montblanc. Das sind 18 Stunden.

Die Höhe des Montblanc ist nach der Messung mit der Quecksilberwaage 13,672 Fuſs über dem Genfer See, und der Fehler ist nur 35 Fuſs, das macht, daſs am 3. August 1787 von Genf bis auf den Montblanc heitere Luft war, obschon die Entfernung 18 Stunden betrug. Um Mittag ist immer heitere Luft, wenn nämlich nicht das Höhenmessen durch Winde verhindert wird. Des Morgens und des Abends hat die Luft eine scheinbar sehr ungleiche Schwere, wie man dieses am Wärmemesser sieht, und dann muſs man nicht beobachten.

Es hängt alles davon ab, wie genau der untere Wärmemesser und der obere Wärmemesser die Temperatur der abgewogenen Luftsäulen angeben, wenn man nämlich aus beiden das Mittel nimmt, und dieses Mittelnehmen ist dasjenige, was gebrancht wird. Alle andere Methoden sind fehlerhaft.

3. Will man aber ein ganzes Land abwägen, so thut man wohl daran, daſs man Tiefen-Winkel bestimmt, und die Quecksilberwaage anf dem höchsten Punkt des Landes beobachtet.

Will man z. B. die Gegend von Elberfeld messen, so beobachtet man eine Quecksilberwaage auf Cronenberg, Elberfeld gegenüber. Denn Cronenberg ist dort der höch-Punkt des Landes.

Oder man will das Ober-Bergische messen, so beobachtet man eine Quecksilberwaage auf dem Löwenberg, der dort 1430 Fuſs über dem Meere ist.

Oder man will das Gebirge bei Andernach und Klosterlach bestimmen, so beobachtet man eine Quecksilberwaage auf dem Gänsehals, der dort etwas höher ist wie der Löwenberg.

Bei den beiden Punkten, deren Höhe man untersuchen will, hängt alles davon ab, wenn sie einander sehen können, und dieses ist der Fall bei den hochliegenden Punkten auf der Spitze der Berge.

Es ist daher immer besser, wenn man Tiefen-Winkel nimmt, als Höhen-Winkel. Und bringt man endlich die hochliegenden Punkte auf die See, so sind diese immer nur wenige, z. B. nur drei, und da kann man durch 20 Stunden weit das ganze Land mit niveliren, nämlich Cronenberg, Löwenberg und Gänsehals.

Auf diese Weise geht das Niveliren sehr schnell.

4. An der See steht die Quecksilberwaage überall auf 28,18 paris. Zoll, wie z. B. in Venedig, da wo man an der See im festen Lande beobachtet. In Kuxhaven steht sie nur auf 28 Zoll, weil da die beständige Westwinde sind, die über der See kommen.

Aber die Wärmemesser stehen verschieden nach der geographischen Breite eines Ortes, z. B. in Cumana auf 10° 27′ nördlicher Breite steht der Wärmemesser auf 22° 2 R. und unter dem 60° 19′ nördlicher Breite in Ullersvang in Norwegen steht er nur 5°,7 R.

Zweiter Abschnitt.

Pariser Linien.

Messung mit der Quecksilber-Waage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont, und vom Montblanc in Savoyen.

Pariser Linien.

Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont, und vom Montblanc in Savoyen.

1.

Die Quecksilber-Waage.

Die Quecksilber-Waage ist eine Waage, auf welche der Druck der Luft gegen die Länge einer Quecksilbersäule abgewogen wird. Je gröfser der Druck, desto länger ist die Quecksilbersäule, die ihr das Gleichgewicht hält.

So lange das Quecksilber spielt, ist diese Waage immer in Thätigkeit, und sie gibt jede Veränderung an, welche im Druck der Luft statt findet. Wollte man das griechische Wort Barometer übersetzen, so würde man es Druckmesser nennen. Die Bergleute nennen es die Quecksilberwaage, — ein Ausdruck, der richtiger bezeichnet, als der griechische.

2.

Das Gewicht der Luft.

Wenn man zwei Körper hat, deren Schwere bekannt sind, so kann man bekanntlich von der Gröfse des einen

auf die Gröſse des andern schlieſsen, der ihm das Gleichgewicht hält.

Auf diesem einfachen Grundsatz beruht alles Höhenmessen, und die Rechnung ist ein bloſser Regula-de-Tri-Satz.

Durch sorgfältiges Abwiegen haben die Herren Biot und Arago gefunden, daſs wenn die Quecksilberwaage auf 28 Zoll steht, und der Wärmemesser ist auf dem Gefrierpunkte, am Ufer der See, und auf dem 45° der Breite, daſs dann die Luft 10495 mal leichter ist als Quecksilber. Die Ungewiſsheit ist wie 2380 zu 1. Sie haben viermal gemessen, und der Unterschied war 4,4 auf 10495.

Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit, die 10495 mal 28 Zoll lang ist, wird ihr das Gleichgewicht halten.

10495 . 28 = 293860 Zoll oder 24488 Fuſs.

Eine Luftsäule von 24488 Fuſs hält also das Gleichgewicht einer Quecksilbersäule von 28 Zoll.

Die Luft, die 28 Zoll das Gleichgewicht hält, ist trockne Luft, d. h. solche die bloſs Stickstoffluft, Sauerstoffluft und Kohlensaureluft enthält.

Die Wasserdämpfe sind hierbei ausgeschieden. — Sie betragen im Januar auf eine Länge von 10,000 Fuſs 17 Fuſs und im Monat Juli 48 Fuſs.

3.

Ausdehnung der Luft und des Quecksilbers.

Das Verhältniſs zwischen der Schwere zweier Körper gilt nur für einen gewissen Wärmegrad, und da alle Körper sich auf eine verschiedene Weise ausdehne, so werden sie auf eine verschiedene Weise leichter.

Lambert und Gay Lussac haben gefunden, daſs die Luft sich bei jedem Grade R. $\frac{1}{213,3}$ ausdehne.

Dulong und Petit haben 1818 gefunden, daſs das Quecksilber sich für jeden Grad R. um $\frac{1}{4440}$ ausdehne. Dehnten sich beide gleich stark aus, so bleibt das Verhältniſs ihrer Schwere dasselbe, da sie es aber nicht thun, so berechnet man sich eine Tafel, in der man siehet, wie dieses Verhältniſs für jeden Grad ist.

Lavoisier und La Place hatten $\frac{1}{4130}$ gefunden, dieses war etwas zu klein. Beim Monte Gregorio, der 5259 Fuſs hoch ist, beträgt der Unterschied 1,8 Fuſs.

4.

Das Mariottische Gesetz.

Je stärker die Luft gedrückt wird, desto leichter wird sie.

Wird sie mit einem Gewichte von 28 Zoll Quecksilber zusammengedrückt, so ist sie 4 mal so dicht, und in einen 4 mal so kleinen Raum gepreſst, als wenn sie mit einem Gewichte von 7 Zoll zusammengedrückt würde.

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

Mariotte war einer der ersten, welcher diese Eigenschaft der Luft, die eine Folge ihrer Federkraft ist, bemerkte, und von ihm hat dieses Gesetz den Namen.

Eigentlich ist Richard Towley, ein Engländer und Schüler von Boyle, der Erfinder.

Die Zahl 24488 ist beständig. Wäre die Luft mit 14 Zoll Quecksilber zusammengedrückt, so wäre sie um die Hälfte dünner und leichter. Eine Luftsäule von 10495.2 = 20990 mal $1\frac{1}{6}$ Fuſs oder von 24488 Fuſs ist also so schwer wie die Quecksilbersäule, die sie zusammendrückt nämlich 14 Zoll. Die Zahl 24488 ist beständig, sie

ist eine Folge des Mariottischen Gesetzes, dafs sich die Dichtigkeit verhält wie der Druck, und man nennt sie die beständige Zahl.

Die Luft besitzt eine grofse Elastizität oder Federkraft. Sie nimmt daher einen gröfsern Raum ein, wenn sie schwach gedrückt wird, läfst sich aber auch wieder wegen ihrer Federkraft in einen sehr kleinen Raum zusammendrücken.

5.

Die Schicht-Tabellen.

Da eine Luftsäule von 24488 Fufs eben so viel wiegt, als eine Quecksilbersäule von 28 Zoll, so wiegt eine von 875 Fufs so viel wie eine Quecksilbersäule von 1 Zoll Höhe.

Wäre die Luft, statt mit 28 Zoll Quecksilber, nur mit 27 zusammengedrückt, so wäre sie um $\frac{1}{27}$ leichter. Sie wäre dann nicht 10495 mal leichter als Quecksilber, sondern 10884 mal. Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit mufs dann 10884 mal 27 Zoll lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 27 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

$10884 \cdot 27 = 293860$ Zoll. Dieses sind 24488 Fufs.

Wenn aber eine Quecksilbersäule von 27 Zoll so schwer ist, als eine Luftsäule von 24488 Fufs, so ist eine von 1 Zoll so schwer als eine Luftsäule von 907 Fufs.

Ist man auf einen Berg gestiegen, wo die Quecksilberwaage nur noch 26 Zoll steht, so ist die Luft dort um $\frac{1}{26}$ leichter, als unten wo die Quecksilberwaage auf 27 Zoll stand. Wenn sie dort 10884 mal leichter war, so ist sie hier 11302 mal leichter. Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit mufs daher 11302 mal 26 Zoll oder 24488 Fufs lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 26 Zoll das Gleichgewicht halten soll. Eine Luftsäule von 942 Fufs wird daher 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht halten.

Die Zahl 24488 ist beständig, welches auch der Druck sein mag, den sie ausübt.

Auf diese Weise kann man immer berechnen, um wie viel die Luft dünner wird, wenn die Quecksilberwaage um 1 Zoll fällt.

Hieraus findet man, wie viel man steigen muſs, wenn man die Quecksilberwaage um 1 Zoll will fallen machen. Denn es ist an sich klar, daſs, je höher man auf den Berg steigt, desto weniger Luft drückt auf die Quecksilberwaage, da bloſs diejenige darauf drücken kann, die ober derselben ist, die welche unter derselben ist, drückt nicht mehr darauf.

Folgende Tabelle enthält in der ersten Spalte die Namen der Stationen.

In der zweiten den Stand der Quecksilberwaage.

In der dritten den Raum den sie einnimmt.

In der vierten die Schwere der Luft gegen Quecksilber.

In der fünften die Länge einer Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit, die 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält.

In der sechsten ist die Gesammthöhe angegeben, welche man auf jeder Station unter sich hat. Die Zahlen drücken die Höhen aus, bis zu welcher man gestiegen ist.

Tafel I.

(Für 1 Zoll Quecksilber-Höhe.)

1	2	3	4	5	6
Namen der Stationen.	Stand d. Quecksilberwaage in Zoll.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule die 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen.
1	28	$\frac{1}{28}$	10495 mal	875	000
2	27	$\frac{1}{27}$	10884 „	907	875
3	26	$\frac{1}{26}$	11302 „	942	1781
4	25	$\frac{1}{25}$	11754 „	980	2723
5	24	$\frac{1}{24}$	12244 „	1020	3703
6	23	$\frac{1}{23}$	12776 „	1065	4723
7	22	$\frac{1}{22}$	13357 „	1113	5787
8	21	$\frac{1}{21}$	13993 „	1166	6900
9	20	$\frac{1}{20}$	14693 „	1224	8016
10	19	$\frac{1}{19}$	15466 „	1289	9241
11	18	$\frac{1}{18}$	16325 „	1360	10529
12	17	$\frac{1}{17}$	17286 „	1440	11889
13	16	$\frac{1}{16}$	18366 „	1530	13329
14	15	$\frac{1}{15}$	19590 „	1633	14859
15	14	$\frac{1}{14}$	20990 „	1749	16493
16	13	$\frac{1}{13}$	22604 „	1884	18242
17	12	$\frac{1}{12}$	24488 „	2041	20126
18	11	$\frac{1}{11}$	26714 „	2226	22165
19	10	$\frac{1}{10}$	29386 „	2448	24392
20	9	$\frac{1}{9}$	32651 „	2721	26841
21	8	$\frac{1}{8}$	36732 „	3061	29561
22	7	$\frac{1}{7}$	41980 „	3498	32622
23	6	$\frac{1}{6}$	48977 „	4081	36120
24	5	$\frac{1}{5}$	58772 „	4898	40201
25	4	$\frac{1}{4}$	73465 „	6122	45098
26	3	$\frac{1}{3}$	97953 „	8163	51220
27	2	$\frac{1}{2}$	146930 „	12244	59382
28	1	$\frac{1}{1}$	293860 „	24488	71626

6.

Wenn man sich vorstellt, dafs unsere Atmosphäre in 28 solcher Theile getheilt ist, welche alle das Gleichgewicht von einer Quecksilbersäule von 1 Zoll haben, so wird in der untersten die Quecksilberwaage auf 28 Zoll stehen, weil sie hier den Druck von allen 28 Schichten zu tragen hat.

Steigt man mit der Quecksilberwaage auf 875 Fufs, so wird sie bis auf 27 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste Schicht nicht mehr darauf drücken kann.

Steigt man mit der Quecksilberwaage auf 907 Fufs, so wird sie bis auf 26 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste und zweite Schicht nicht mehr darauf drücken können.

Man weifs also, wenn man das Quecksilber 2 Zoll sinken sieht, dafs man 875 + 907 = 1782 Fufs gestiegen ist.

Man sieht hieraus, auf welche Weise man vom Fallen des Quecksilbers in der Quecksilberwaage, auf die Höhe der Berge schliefsen kann, auf die man gestiegen ist.

7.

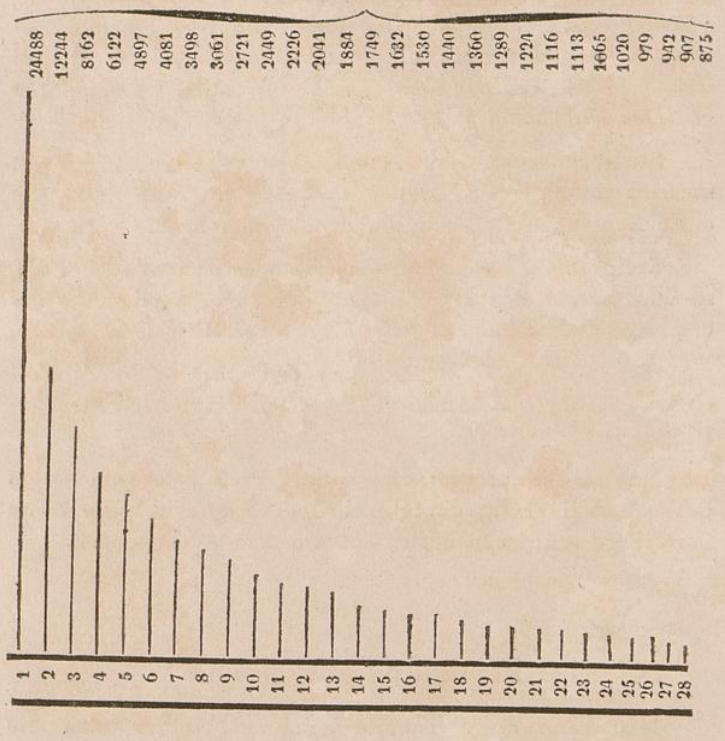
Zeichnung derselben.

Man kann diese Tabelle zeichnen, indem man die Dichtigkeit der Säulen zu Apzissen und die Länge derselben zu Ordinaten nimmt.

Die Apzissen sind die bezeichneten horizontalen Linien, die mit 28, 27, 26, 25 u. s. w. bezeichnet sind, und die Ordinaten sind die senkrechten, die um so länger werden, je mehr die Dichtigkeit der Luftsäule abnimmt. Die krumme Linie welche durch die Ende der Ordinaten gelegt wird, ist eine Hyperbel.

Die Länge ist in Fufs angegeben. Es ist die fünfte Spalte der oben angeführten Schicht-Tabelle.

Länge der Luftsäulen, die gleiches Gewicht haben.



8.

Zeichnung des Montblanc in Pariser Fuſs.

Wenn man die Schicht-Tabelle und den Montblanc zugleich zeichnet, so erhält man folgende Figur. Sie ist Nro. 2. Auſsen steht die Quecksilberwaage in Zoll, z. B. 28 Zoll, 27 Zoll, 26 Zoll u. s. w.

Inwendig ist die erste Schicht, die Fuſsmaaſse von 5 z. B. 875 Fuſs, 907 Fuſs, 979 Fuſs u. s. w.

Die zweite Schicht sind die Fufsmaafse von unten an gerechnet, nämlich von 28 Zoll. Diese ist 6 der Schicht-Tabelle, und zeigt an, wie weit man gestiegen ist, und wie hoch die Quecksilberwaage steht.

Aufswendig stehen wieder die Quecksilberwaage in Zoll z. B. 28 Zoll, 27 Zoll, 26 Zoll u. s. w.

Der Montblanc selber ist 14793 Pasriser Fufs hoch.

Im Berge selber sind die Berge der niedrigen Höhe mit angegeben,

z. B. der Pic auf Teneriffa	11206	Fufs,
der Aetna	10484	„
Quito	8943	„
der St. Gotthard	8587	„
das Kloster auf dem St. Bernhard	7668	„
das Kloster auf dem St. Gotthard	6440	„
das höchste Kornfeld am Vorder-Rhein	4600	„
der Puy de Dome	4541	„
das Brockenhaus	3633	„
der Löwenberg	1422	„
Neufchatel	1348	„
Genf	1252	„
Düsseldorf	100	„

Wenn man also durch 875 Fufs steigt, so ist die Quecksilberwaage von 28 Zoll auf 27 Zoll gesunken.

Steigt man noch durch 907 Fufs, so ist sie auf 26 Zoll gesunken.

Steigt man noch durch 942 Fufs, so ist sie bis auf 25 Zoll gesunken.

Und so kann man immer aus dem Fallen der Quecksilberwaage auf die Luftschicht schliefsen, durch welche man gestiegen ist.

Quecksilber-waage. Paris. Zoll.	Fuſs.	Pariser Fuſs.	Fuſs.	Quecksilber-waage. Paris. Zoll.
14	1749		16493	14
15	1632	14793 Fuſs.	14859	15
16	1530	Montblanc.	13329	16
17	1440	Pic auf Teneriffa.	11889	17
18	1360	Aetna.	10529	18
19	1289	Quito.	9241	19
20	1224	St. Gotthard.	8016	20
21	1116	Kloster auf St. Bernhard.	6600	21
22	1113	Monte Gregorio.	5787	22
23	1065	Höchstes Kornfeld am Vorder-Rhein.	4723	23
24	1020	Puy de Dome.	3703	24
25	979	Das Brockenhaus.	2723	25
26	942	Löwenberg.	1781	26
27	907	Neufchatel. — Genf.	875	27
28	875	Düsseldorf.	000	28

9.

Schicht-Tabellen in Pariser Linien.

Indefs wird nun solche Tabelle, die blofs auf Zoll berechnet ist, wenig bequem und wenig genau sein. Ein paris. Zoll macht $\frac{1}{53}$ Fehler. Bei der paris. Linie begeht man $\frac{1}{632}$ Fehler.

So wie wir im vorigen die Höhe von 28 solcher Luft-Schichten berechneten, welche 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht halten, so können wir ebenfalls die Höhe von 336 solcher Schichten berechnen, worin jede Ein-Zwölftel-Zoll das Gleichgewicht hält. Da eine Luftsäule von 24488 Fufs eben so schwer ist, als eine Quecksilber-Säule von 28 Zoll, so wiegt eine Luftsäule von 73 Fufs so viel wie eine Luftsäule von Einzwölftel-Zoll oder 1 Pariser Linie.

Die Tafel Nro. 2. enthält die Länge von 36 Luft-Schichten, die alle gleiches Gewicht haben, nämlich das von einer Quecksilbersäule von 1 Pariser Linie.

Sie ist so berechnet wie die vorige, und es bedarf daher weiter keine Erklärung.

Man hat in Nro. 4 die Zahl 10495 mit $\frac{1}{335}$ dividirt, und 31 gefunden. Diese werden jetzt zu 10495 addirt, und man findet 10526. Dann hat man 10526 mit $\frac{1}{334}$ dividirt, und 32 gefunden. Diese werden jetzt zu 10526 addirt und man findet 10558 u. s. w.

Die Länge der Luftsäule in Nro. 5 findet man dadurch, dafs man die Zahl 24488 mit $\frac{1}{336}$ dividirt, wo man dann 73 Fufs bekommt.

Tafel II. für Pariser Linien.

(Für Einzwölftel-Zoll Quecksilber-Höhe.)

1	2	3	4	5	6
Namen der Stationen.	Stand d. Quecksilberwaage, in Linien.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule, die $\frac{1}{12}$ Zoll Quecksilb. das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen. Fuss.
1	336	$\frac{1}{336}$	10495 mal	73	00
2	335	$\frac{1}{335}$	10526 „	73	73
3	334	$\frac{1}{334}$	10558 „	73	146
4	333	$\frac{1}{333}$	15590 „	73	219
5	332	$\frac{1}{332}$	10622 „	74	292
6	331	$\frac{1}{331}$	10654 „	74	365
7	330	$\frac{1}{330}$	10686 „	74	439
8	329	$\frac{1}{329}$	10719 „	74	513
9	328	$\frac{1}{328}$	10752 „	75	587
10	327	$\frac{1}{327}$	10784 „	75	661
11	326	$\frac{1}{326}$	10817 „	75	736
12	325	$\frac{1}{325}$	10850 „	75	811
13	324	$\frac{1}{324}$	10883 „	76	866
14	323	$\frac{1}{323}$	10917 „	76	961
15	322	$\frac{1}{322}$	10951 „	76	1037
16	321	$\frac{1}{321}$	10985 „	76	1113
17	320	$\frac{1}{320}$	11019 „	77	1189
18	319	$\frac{1}{319}$	11053 „	77	1265
19	318	$\frac{1}{318}$	11088 „	77	1342
20	317	$\frac{1}{317}$	11123 „	77	1419
21	316	$\frac{1}{316}$	11158 „	77	1496
22	315	$\frac{1}{315}$	11193 „	78	1573
23	314	$\frac{1}{314}$	11229 „	78	1650
24	313	$\frac{1}{313}$	11265 „	78	1728
25	312	$\frac{1}{312}$	11301 „	78	1806
26	311	$\frac{1}{311}$	11337 „	79	1884
27	310	$\frac{1}{310}$	11373 „	79	1962
28	309	$\frac{1}{309}$	11410 „	79	2040
29	308	$\frac{1}{308}$	11447 „	79	2119
30	307	$\frac{1}{307}$	11484 „	80	2198
31	306	$\frac{1}{306}$	11522 „	80	2277
32	305	$\frac{1}{305}$	11560 „	80	2356
33	304	$\frac{1}{304}$	11598 „	80	2436
34	303	$\frac{1}{303}$	11636 „	81	2516
35	302	$\frac{1}{302}$	11675 „	81	2596
36	301	$\frac{1}{301}$	11714 „	81	2676

Man kann schon die Berghöhen mit diesen Schichttafeln berechnen.

Unten zu Königswinter stände die Quecksilber-Waage . . . . . 334 Linien
und oben stände sie auf dem Löwenberg . . . . 316 »
und die Wärme wäre auf dem Gefrierpunkt, so hat man folgendes:

Löwenberg	316 Linien	machen	1496	Fuſs.
Königswinter	334 »	machen	146	»

Höhenunterschied zwischen Königswinter und dem Löwenberg 18 Linien Quecksilber oder . . . 1350 Fuſs.

10.

Zeichnung des Löwenbergs.

Der Löwenberg ist 1422 Fuſs über der Oberfläche der See. Er ist zehnmal kleiner wie der Montblanc. Gibt man ihm einen zehnmal gröſsern Maaſsstab, so verwandeln sich die Zoll in 12theiligen Linien, und alles übrige bleibt ungeändert.

Wenn der Löwenberg 1422 Fuſs über der See ist, so ist die Kirche im Odenspich . . . . . 1266 Fuſs.

Die Agathen Kapelle	1148	»
Die hohe Warthe	1142	»
Der Drachenfels	1023	»
Die Kirche zu Hückeswagen	900	»
Der Lachersee	866	»
Die Kirche in Solingen	615	»
Die Kirche in Elberfeld	425	»
Der Garten der Abtei Siegburg . . .	400	»
Königswinter	170	»
Düsseldorf	100	»

Die Kohlenzeche Saelzer ist 6 Fuſs unter der See.
Die Kohlenzeche Wiesche 200 Fuſs unter der See.

Quecksilber-waage. Paris. Lin.		Pariser Fuss.		Quecksilber-waage. Paris. Lin.
314	78		1650	314
15	78		1573	15
16	77	Löwenberg.	1496	16
		1422 Fuss.		
17	77		1419	17
18	77		1342	18
19	77	Kirche im Odenspich.	1265	19
20	77	Agathen-Capelle.	1189	20
21	76		1113	21
22	76	Die hohe Warthe.	1037	22
23	76	Der Drachenfels.	961	23
324	76	Der Lacher-See.	886	324
25	75	Die Kirche zu Hückeswagen.	811	25
26	75		736	26
27	75	Die Kirche in Solingen.	661	27
28	75		587	28
29	74		513	29
30	74	Die Kirche in Elberfeld.	439	30
31	74	Die Abtei Siegburg.	365	31
32	74		292	32
33	73		219	33
34	73	Königswinter.	146	34
35	73	Düsseldorf.	73	35
336	73	Die Kohlenzeche Saelzer.	00	336

Die Kohlenzeche Wiesche 200 Fuss.

11.

Die Messung mit der Quecksilberwaage kann bei Bergen von 1000 Fuſs $\frac{1}{100}$ genau sein. Der Fehler im Ablesen macht eine gröſsere Genauigkeit unsicher.

Bei den Bergen von 5000 Fuſs kann die Genauigkeit auf $\frac{1}{300}$ gehen, wie dieses beim Monte Gregorio der Fall war, wo um Mittag 5mal oben abgelesen wurde, und 5 mal unten.

Die Genauigkeit der Quecksilberwaage geht, wenn man bloſs auf Zoll rechnet, auf $\frac{1}{53}$. Rechnet man aber auf Linien, so geht sie auf $\frac{1}{632}$. Diese Genauigkeit der Tafeln kann genügen, wenn von einzelnen Beobachtungen die Rede ist. Die Messungen für's Kataster sind ebenfalls bis auf 1 Procent genau.

Aber wenn von mehrern die Rede ist, wie z. B. beim Monte Gregorio, wo der Berg an 10 verschiedenen Tagen gemessen wurde, und wo die Genauigkeit bis auf $\frac{1}{2500}$ Theile ging, da kann diese Genauigkeit nicht mehr genügen. Statt daſs wir sonst Linien berechneten, berechnen wir jetzt zehntel Linien, und die Genauigkeit geht dann auf $\frac{1}{6320}$. Unsere Schichttafeln ruhen auf der Voraussetzung, daſs die Luft in jeder Schicht oben nicht dünner sei, wie unten, eine Voraussetzung, die nur wenig von der Wahrheit abweicht, wenn man die Schichten sehr dünne annimmt. Wir haben sie zu 7 Fuſs angenommen, wo sie $\frac{1}{100}$ Linien Quecksilber das Gleichgewicht halten, und es ist an sich klar, daſs in einer so dünnen Luftschicht die Luft am untern Ende nicht merklich dichter und schwerer sei als an ihrem obern. Auch ist der Fehler, der aus dieser Annahme entsteht, so geringe, daſs er bei einem Berge von 6320 Fuſs nur 1 Fuſs betragen kann.

Rechnet man nach Linien, so ist, wenn die Quecksilberwaage von 28 Zoll auf 22 Zoll fällt = 5893 Fuſs gestiegen. Rechnet man nach zehntel Linien, so ist, wenn die Quecksilberwaage von 28 Zoll auf 22 Zoll fällt = 5904 Fuſs gestiegen. Die natürlichen Logarithmen geben $5905\frac{1}{2}$ Fuſs.

Man sieht aus diesen Zahlen, dafs man der Genauigkeit wegen, nie nöthig gehabt, die Schichttabellen zu verlassen.

Dann scheint die Natur des Quecksilbers eine kleine Verschiedenheit in ihrem Gewicht zu haben. Fourcroy giebt das Gewicht zu 13,57 bis 13,60 an, das des Wassers gleich 1 gesetzt.

Biot und Arago geben das Gewicht des Quecksilbers zu 1359 bis 1360 an. Wenn man auch diese Angabe als die richtigere gebrauchen will, so ist auf 1359 Pfund noch 1 Pfund Fehler, da man nicht weifs, ob es zu 1359 Pfund oder zu 1360 Pfund gehört, das des Wassers gleich 1 gesetzt.

12.

Schicht-Tabellen mit ein zehntel Paris. Linien.

So wie wir im Vorigen die Höhe von 336 Luftschichten berechneten, welche 1 Linie Quecksilber das Gleichgewicht hielten, so können wir ebenfalls die Höhen von 3360 von zehntel Linien, durch solche Luftschichten berechnen, wovon jede $\frac{1}{10}$ Linie das Gleichgewicht hält.

Da die Luftsäule von 24488 Fufs eben so viel wiegt, wie eine Quecksilbersäule von 28 Zoll, so wiegt eine von 7,3 Fufs so viel wie eine Quecksilbersäule von $\frac{1}{10}$ Linie.

Die Tafeln werden nun immer weitläufiger, und wenn Tafel 2 eine Länge von 36 Schichten enthält, die 36 Linien Quecksilber das Gleichgewicht halten, so bekommt Tafel 3 nicht mehr als 3,6 Linien Quecksilber, die ihr das Gleichgewicht halten.

Uebrigens ist sie so berechnet wie die vorige, und es bedarf daher keine Erklärung.

In 4 wird jedesmal 3,1 zum Vorigen addirt, und so hat man 10495,0 + 3,1 = 10498,1 gefunden, welches das Gewicht der Luft gegen Quecksilber ist.

In 5 hat man 2 hinzugenommen, und so aus 7,288, 7,290 erhalten. Die 2 ist der Unterschied, den man mit $\frac{1}{3360}$ dividirt.

Tafel III.

(Für einzehntel paris. Linie Höhe.)

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Namen der Stationen.	Stand der Quecksilberwage in Zoll.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule, die Einzehntel Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen.
1	3360	$\frac{1}{3360}$	10495,0 mal	7,288	0,000
2	59	$\frac{1}{3359}$	10498,1	7,290	7,288
3	58	$\frac{1}{3358}$	10501,2	7,293	14,578
4	57	$\frac{1}{3357}$	10504,3	7,295	21,871
5	56	$\frac{1}{3356}$	10507,4	7,297	29,166
6	55	$\frac{1}{3355}$	10510,5	7,299	36,463
7	54	$\frac{1}{3354}$	10513,6	7,301	43,762
8	53	$\frac{1}{3353}$	10516,7	7,303	51,063
9	52	$\frac{1}{3352}$	10519,8	7,305	58,366
10	51	$\frac{1}{3351}$	10522,9	7,308	65,671
11	3350	$\frac{1}{3350}$	10526,0	7,310	72,979
12	49	$\frac{1}{3349}$	10529,1	7,312	80,289
13	48	$\frac{1}{3348}$	10532,2	7,314	87,601
14	47	$\frac{1}{3347}$	10535,3	7,316	94,915
15	46	$\frac{1}{3346}$	10538,4	7,318	102,331
16	45	$\frac{1}{3345}$	10541,5	7,320	109,649
17	44	$\frac{1}{3344}$	10544,6	7,323	116,969
18	43	$\frac{1}{3343}$	10547,7	7,325	124,292
19	42	$\frac{1}{3342}$	10550,8	7,328	131,617
20	41	$\frac{1}{3341}$	10553,9	7,330	138,945
21	3340	$\frac{1}{3340}$	10557,0	7,333	146,275
22	39	$\frac{1}{3339}$	10560,1	7,335	153,608
23	38	$\frac{1}{3338}$	10563,2	7,337	160,943
24	37	$\frac{1}{3337}$	10566,3	7,339	168,280
25	36	$\frac{1}{3336}$	10569,4	7,342	175,619
26	35	$\frac{1}{3335}$	10572,5	7,344	182,961
27	34	$\frac{1}{3334}$	10575,6	7,346	190,305
28	33	$\frac{1}{3333}$	10578,7	7,348	197,651
29	32	$\frac{1}{3332}$	10581,8	7,350	204,999
30	31	$\frac{1}{3331}$	10584,9	7,352	212,349

13.

Die Schicht-Tafeln bei der Quecksilberwaage geben zuletzt 7 Fuſs der Quecksilberwaage-Höhe, und man kann sie schon im Hause gebrauchen. Mein Haus ist z. B. 40 Fuſs von der Erde bis ans Dach. Wenn ich daher die Quecksilberwaage aufhänge, so zeigt sie mir von oben und unten einen Unterschied von 40 Fuſs.

Noch höher ist sie in Kirchthürmen. Ich habe in Hamburg den St. Michaelis-Thurm gemessen der 402 Pariser Fuſs hoch ist. Ich hatte oben im Cabinet eine Höhe von 333 Paris. Fuſs. Ich werde dieses bei der Englischen Quecksilberwaage angeben, denn ich hatte Englisches Maaſs.

Ich habe die Schicht-Tabelle mit 348 Linien angefangen, da es gleich gilt, ob man sie mit 28 oder 29 Zoll anfängt, oder mit 30 Zoll, da die Grundzahll 24488 Fuſs beständig ist.

Auch geht die Quecksilberwaage, wenn sie bei ihrem höchsten Stand ist, auf 29 Zoll; denn in Deutschland ist das Mehr oder Weniger nahe um 2 Zoll verschieden.

Ich habe 4 Dezimalstellen mitgenommen, weil es eine kleine Mühe ist, ob man 3 oder 4 Dezimalstellen hat.

Jeder Zoll beruht auf 2 Divisionen, z. B. bei 348 Linien, bei 342 Linien, bei 336 Linien u. s. w.

Man findet die Zahlen auf folgende Weise:

$$\frac{24488 \text{ paris. Fuſs}}{3480 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}0368 \text{ paris. Fuſs.}$$

$$\frac{24488 \text{ paris. Fuſs}}{3420 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}1602 \text{ paris. Fuſs.}$$

$$\frac{24488 \text{ paris. Fuſs}}{3360 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}2881 \text{ paris. Fuſs.}$$

$$\frac{24488 \text{ paris. Fuſs}}{3300 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}4206 \text{ paris. Fuſs u. s. w.}$$

7,0368 } 7,1602 }	Fuſs.	7,2881 } 7,4206 }	Fuſs.
0,1234	Fuſs.	0,1325	Fuſs.
7,1602 } 7,2881 }	Fuſs.	7,4206 } 7,5580 }	Fuſs.
0,1279	Fuſs.	0,1374	Fuſs. u. s. w.

3480 zehntel Linien = 0,0012 }
3420 zehntel Linien = 0,0013 } = 25 : 12 = 0,0020 paris. Fuſs.

3420 zehntel Linien = 0,0013 }
3360 zehntel Linien = 0,0013 } = 26 : 12 = 0,0021 paris. Fuſs.

3360 zehntel Linien = 0,0013 }
3300 zehntel Linien = 0,0014 } = 27 : 12 = 0,0022 paris. Fuſs.

u. s. w.

In 3480 zehntel Linien wird 0,0020 Fuſs beigeschrieben.

In 3420 zehntel Linien wird 0,0021 Fuſs beigeschrieben.

In 3360 zehntel Linien wird 0,0021 Fuſs beigeschrieben, u. s. w.

Dieser Unterschied wird dann zu 7,0368 addirt, und dann durch ein zweites Addiren in die Schicht-Tafel gesetzt.

Doch sieht man dieses lieber an einem Beispiele.

$$\frac{24488 \text{ paris. Fuſs}}{3480 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}0368 \text{ paris. Fuſs.}$$

Quecksilber-Waage. 10tel Linien.	29 Zoll = 348 Linien. Fuss.	Unterschied in Fuss.	Summe in Fuss.
3480	7,0368	0,0020	0,0
3479	7,0388		7,0
78	7,0408		14,0
77	7,0428		21,1
76	7,0448		28,1
75	7,0468		35,2
74	7,0488		42,2
73	7,0508		49,2
72	7,0528		56,3
71	7,0548		63,4
3470	7	0,0020	70,4580
69	7,0588		77,5
68	7,0608		84,5
67	7,0628		91,6
66	7,0648		98,6
65	7,0668		105,7
64	7,0688		112,8
63	7,0708		119,8
62	7,0728		126,9
61	7,0748		134,0

u. s. w.

Auf diese Weise ist die Spalte berechnet worden, die in den Tafeln die Aufschrift hat: »Höhe der einzelnen Luftschichten.» Sie ist in der vorigen Tafel die zweite.

Die vierte, welche die Summe aller einzelnen Höhen enthält, ist durch Addiren der zweiten entstanden. Bei dieser sind ebenfalls 4 Dezimalstellen mit durchgeführt worden, da es wenig Mühe macht ob man eine Dezimalstelle mehr oder weniger hat.

Sobald ½ Zoll fertig war, wurde mit natürlichen Logarithmen die Endzahl untersucht, ob kein Fehler in ihr

wäre, und erst, wenn diese Untersuchung vollendet, wurde er eingeschrieben. Die Rechnung geschah auf 3 Schiefertafeln.

Was nun den Fleifs des Rechners betrifft, so mufs ich bemerken, dafs schon 3 bis 4 Zoll in einem Tage gerechnet wurden, und zu Zeiten sogar 5. Diejenigen, welche defswegen die Logarithmen bei ihren Messungen mit der Quecksilberwaage vorzogen, weil diese bereits berechnet wären, die Schichttabelle aber noch berechnet werden müfste, diese haben offenbar nicht gewufst, wie klein die Arbeit sei, welche eine solche Tabelle verursacht. Höchstens 4 bis 6 Tage. Jede Schicht-Tafel nimmt als Handschrift ungefähr 10 Bogen ein.

Endlich will ich als Beispiel 6 Zoll mit Logarithmen anführen, die man nachrechnen mufs, um sicher zu sein, dafs kein Irrthum vorgefallen wäre.

			24488	Fufs.
Log. von 348 Lin.	= 5,85220		× 0,23180	
Log. von 276 Lin.	= 5,62040		5676,31840	Fufs.
	0,23180.	Schichttaf.	5675,7690	Fufs.
		Unterschied	0,54940	Fufs.

Der Unterschied ist nämlich 0,5 Fufs; und dieses ist der Uuterschied zwischen den Logarithmen und der Schichtmethode.

14.

Abkürzung beim Druck.

Zuerst werden die Dezimal-Theile weggelassen, obschon sie in der Rechnung mit angeführt werden.

Dann zweitens besteht beim Druck eine bedeutende Abkürzung darin, dafs man die zehntel Linien wegläfst, und blofs die Linien anführt. Auf diese Weise nehmen die Linien 3 Seiten ein, wo hingegen die zehntel Linien 30 Seiten eingenommen hätten. Bei 70 Fufs für eine Linie ist der Unterschied so klein, dafs man ihn nicht bemerkt, wie man dieses an einem Beispiele siehet.

Ich will wissen wie hoch die Quecksilberwaage bei 324,5 Linien steht, so habe ich folgendes:

Bei 324	Linien	=	1749 Fuſs.
Bei 0,5	Linien	=	÷ 38 Fuſs.
324,5	Linien	=	1711 Fuſs.

Die Barometer-Tafel gibt dasselbe, nämlich für 324,5 Linien = 1711 Fuſs.

Drittens werden auch bei der Quecksilberwaage häufig noch hundert Theile der Linien angegeben, und obschon diese einzelnen nicht beobachtet werden können, so ist, wenn man zwei zusammennimmt, also $\frac{1}{50}$ Linie, eine Gröſse, die man beobachten kann.

Wir nehmen wieder das vorige Beispiel.

Ich will wissen wie hoch die Quecksilberwaage bei 234,53 Linien stehe, so habe ich folgendes:

Bei 324	Linien	=	1749 Fuſs.	76
Bei 0,53	Linien	=	÷ 40 Fuſs.	53
324,53	Linien	=	1709 Fuſs.	228 380 40,28

Die zehntel und hundert Theile der Linie werden mit der Höhe der Luftschichten multiplizirt, hier z. B. mit 76 Fuſs, und dann werden zwei Zahlen abgeschnitten.

Das ist ein groſser Vortheil, daſs man die zehntel und hundert Theile der Linien gerade so aus den Tafeln nimmt, mit einer einfachen Multiplicaion.

Wollte man sie aus den Tafeln nehmen, so müſste man sie 150 Seiten groſs machen, dann aber könnte man auch sie geradezu aus den Tafeln nehmen und ohne alle Multiplication.

150 Seiten ist schon ein artiges Buch, und diese 150 Seiten müſste man dreimal haben, nämlich: für Pasiser, für Rheinländer und für Englische Zoll.

15.

Die Wärme des Quecksilbers.

Wir können jetzt das Höhemessen an einem Beispiele zeigen, und wir nehmen dazu den Monte Gregorio, der im

October 1809 von d'Aubuisson gemessen wurde, und zwar die Messung vom 1. October.

Dulong und Petit haben die Wärme des Quecksilbers im Jahre 1818 für 1° R. zu $\frac{1}{4440}$ bestimmt. Diese wird bei den folgenden Rechnungen angenommen, und ist etwas anders, als Lavoisier und La Place angenomme hatten. Diese fanden nur $\frac{1}{4430}$ für 1° R. Die Bestimmung von Dulong und Petit ist wohl äufserst genau und sie erhielten vom National-Institut den Preis.

Herr d'Aubuisson hatte 2 Wärmemesser, einer der ihm die Wärme des Quecksilbers angab, und der andere, welcher ihm die Wärme der Luft angab. Dieser letztere hing 12 Fufs von der Erde an einer aufgeflickten Pappel.

		Stand der Quecksilberwaage.	
October	Druck der Luft.	des Quecksilbers.	der Luft.
1809.	327,60 Linien.	17°,4 R.	14°,8 R.
1.	266,48 Linien.	7°,5 R.	5°,8 R.
		Mittlere Wärme . .	10°,3 R.

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 10°3 R. Nämlich:

17°4 R. ÷ 10°3 R. = 7°1 R.
und 10°3 R. ⋮ 7°5 R. = 2°8 R.

	327,60 Linien	
Für 2°8 R. Untersch. nach Taf. 1.	÷ 0,52 Linien	
	327,08 Linien	bei 10°3 R.
	266,48 Linien	
Für 7°1 R. Untersch. nach Taf. 1.	+ 0,12 Linien	
	266,60 Linien	bei 10°3 R.
unten	327,08 Linien	bei 10°3 R.
oben	÷ 266,60 Linien	bei 10°3 R.
Unterschied	60,48 Linien	bei 10°3 R.

Diese 60,48 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 10°3 R. Wärme einer Luftsäule

das Gleichgewicht gehalten hat, die ebenfalls eine mittlere Wärme von 10°3 R. hatte.

Der Nullpunkt von diesem Wärmemesser liegt immer der mittleren Wärme gegenüber, die den Luft-Wärmemesser zeigt. Hier ist z. B. ihr Null bei 10°3 R. und wird zu der obern Quecksilberwaage hinzugefügt, und von der untern Quecksilberwaage weggelassen.

Der Wärmemesser bei der Quecksilberwaage macht die Tafel Nro. 1. aus, und hat die Ueberschrift: Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

$\frac{1}{4440}$ thun 324 Linien, was thun 10° R.?

Antwort: 0,73 Linien.

15.

Die Schicht-Tabelle.

Biot und Arago haben gefunden, dafs das Quecksilber 10495mal schwerer ist, als die Luft bei 28 Zoll der Quecksilberwaage, beim Gefrirpunkte, am Ufer der See und auf dem 45° der Breite.

Hiernach ist die Schicht-Tabelle berechnet, und zwar von 29 Zoll bis auf 12 Zoll. Sie hat die Ueberschrift: Luftschichten durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Die Schicht-Tabelle ist für 0° R. berechnet, wo eine Luftsäule von 24488 Fufs eben so schwer ist, wie eine Quecksilbersäule von 28 Zoll die ihr das Gleichgewicht hält.

Wir nehmen wieder das vorige Beispiel.

Für 266 Lin. giebt Tafel 2 = 6579 Fufs — 93 / 60 / 55,80

Für 0,60 » » » 2 ÷ 55

266,60 Linien. 6524 Fufs.

Für 327 Lin. giebt Tafel 2 = 1524 Fufs. — 75 / 8 / 6,00

Für 0,08 » » » 2 ÷ 6

327,08 Linien. ÷ 1518

Unverbesserter Höhen-Unterschied = 5006 Fufs.

16.

Die mittlere Wärme der Luft.

Lambert uud Gay Lussac haben gefunden, dafs die Luft sich um jeden Grad Wärme, um $\frac{1}{213,\overline{3}}$ ausdehne.

Hier ist z. B. 10°,3 R. oder $\frac{10,3}{213,3} + \frac{10,3}{4440} \div \frac{10,3}{4440}$. Und da sich + und ÷ aufhebt, so hat man $\frac{10,3}{213,3}$ für die Wärme der Luft.

$\frac{1}{213,\overline{3}}$ thun 10°, was thun 5000 Fufs?

Antwort: 234 Fufs.

$\frac{1}{213,\overline{3}}$ thun 10°, was thun 6 Fufs.

Antwort: 0 Fufs.

$\frac{1}{213,\overline{3}}$ thun 0°,3, was thun 5000 Fufs?

Antwort: 7 Fufs.

Nach dieser ist dann die Wärme-Tafel für 30° berechnet, und zwar für 1000, 2000, 3000 Fufs u. s. w.

Unverbesserter Höhen-Unterschied 5006 p. Ffs.

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 5000 Fufs	und 10° R.	=	234
Für 6 »	und 10° R.	=	0
Für 5000 »	und 0°,3 R.	=	7
5006 »	und 10°,3 R.	=	241
Verbesserung mit der Wärme der Luft . .		=	5247 p. Ffs.

Diese drei Tafeln enthalten die Haupt-Berichtigungen, welche beim Höhenmessen mit der Quecksilberwaage vorkommen. Die andern Berichtigungen sind nur klein.

17.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Die vierte Berichtigung ist die wegen der Feuchtigkeit der Luft. D'Aubuisson hat den Mefs-Apparat nicht mit einem Feuchtigkeitsmesser vermehrt. Dieses schien ihm überflüssig. Er gebrauchte die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft, die sie in Genf hat, und berechnete sie für 10,000 Fufs.

Im Januar	17 Fufs.	Im Juli	48 Fufs.
» Februar . . .	18 »	» August	48 »
» März	20 »	» September . .	40 »
» April	24 »	» October . . .	27 »
» Mai	35 »	» November . .	24 »
» Juni	41 »	» Dezember . .	18 »

Das ganze Jahr hindurch beträgt diese = 30 Fufs.

Also Verbesserung wegen der Wärme der Luft		5247 Fufs.
Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft	+	14 »
Verbesserung wegen der Wärme der Luft und der Feuchtigkeit		5261 Fufs.

Das Gewicht der Wasserdämpfe ist nur 0,62 von dem Gewichte der trocknen Luft, und daher kömmt es, dafs feuchte Luft immer leichter ist, als trockne.

Der Einflufs, den die Feuchtigkeit hat, ist gering, wenn man ihn mit der Höhe des Berges vergleicht, hier z. B. 3,6 paris. Fufs bei einem Berge, der 5259 Fufs hoch ist.

3,6 paris. Fufs ist die ganze Ungewifsheit, die von der Feuchtigkeit der Luft herrührt, indem man keine Feuchtigkeitsmesser hat. Wird aber noch in einem ganzen Monat gemessen, so werden diese noch abgezogen, und es giebt dann 5261 Fufs ÷ 3,6 Fufs = 5257,4 Fufs.

18.

Berichtigung der Schwere in Hinsicht der geographischen Breite.

Wir haben oben gesehen, dafs die Luft am Ufer der See, und unter dem 45° der Breite zu 24488 Fufs abgewogen ist.

Am Aequator ist natürlich die Schwere geringer, als auf dem 45° der Breite, theils wegen des gröfseren Schwunges, theils wegen der gröfseren Entfernung vom Erd-Mittelpunkte.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.
0°	+ 28 Ffs.	45°	÷ 0 Ffs.
5	27	50	5
10	26	55	10
15	24	60	14
20	21	65	18
25	18	70	21
30	14	75	24
35	10	80	26
40	5	85	27
45	0	90	28

Der Monte Gregorio liegt auf dem 45° der Breite, und der Einfluſs einer Verminderung der Schwere ist gleich Null.

19.

Berichtigung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Die Schwere nimmt ebenfalls in senkrechter Richtung ab, und wenn man das Gewicht der Luft zu $\frac{1}{10495}$ setzt, so wird hierunter trockne Luft verstanden, welche unter dem 45° der Breite, am Ufer der See abgewogen ist, als die Quecksilberwaage auf 28 Zoll stand und der Wärmemesser auf 0 Grad.

Folgende Tafel zeigt die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Höhe	Schwere-Abnahme
für 1000 Fuſs	0,00010 Fuſs.
2000	20
3000	30
4000	41
5000	51
6000	0,00061
7000	71
8000	82
9000	92
10000	102
11000	0,00112
12000	122
13000	132
14000	142
15000	152
16000	0,00163
17000	173
18000	184
19000	194
20000	204

Die Abnahme der Schwere hat in senkrechter Richtung einen doppelten Einfluſs aufs Höhenmessen mit der Quecksilberwaage.

1.) Sind die obern Luftschichten dünner, als sie sein würden, wenn keine Schwere-Abnahme da wäre. Bei einer Luftsäule von 12000 Fuſs ist die Anziehungskraft 0,00122 kleiner als unten, also die Luft wegen dieses Umstandes um so viel dünner. Die mittlere Anziehungskraft der ganzen Luftsäule ist nur 0,00065 kleiner als unten. Dieses auf 12000 Fuſs multiplizirt giebt 7,3 Fuſs Verbesserung.

2.) Zugleich ist bei der Messung auf der Spitze des Berges das Quecksilber in der Quecksilberwaage leichter, als es am Fuſse desselben war, eben weil die Schwere abnimmt.

Da aber die Quecksilberwaage eine Waage ist, auf der der Druck der Luft gegen Quecksilber abgewogen wird, bei gleicher Wärme und bei gleicher Schwere, so muſs man die Beobachtung auf der Spitze des Berges auf die Schwere an der See zurückführen. Bei einem Berge von 12000 Fuſs ist die Schwere etwa 0,00122 geringer. Das Quecksilber steht noch auf 17 Zoll, ist also um 0,00122 Zoll oder um 0,02 Zoll leichter als an der See, d. h. eine Quecksilbersäule von 17 Zoll auf dem Berge drückt nicht schwerer, als eine von 16,98 Zoll an der See. Man muſs daher den obern Stand der Quecksilberwaage auf die Schwere am Ufer der See zurückführen, ehe man sie von einander abzieht. Ist dieses geschehen, so ist der Unterschied zwischen ihnen die Quecksilbersäule, welche der Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, bei gleichem Wärmegrad und bei gleicher Schwere.

Statt daſs man die 0,02 Zoll abzieht, um sie auf die Länge von 16,98 Zoll zu bringen, so kann man auch berechnen, wie viel diese 0,02 Zoll in Fuſs betragen.

Bei 12,000 Fuſs Höhe betragen 0,02 Zoll Fallen des Quecksilbers 30 Fuſs Steigung.

Man hat also:

Erste Verbesserung, wegen des Dünnewerdens der Luft bei der Abnahme der Schwere	7,3 Fuſs.
Zweite Verbesserung, wegen des Leichterwerdens des Quecksilbers	30,0 Fuſs.
Berichtigung für 12000 Fuſs Höhe . .	= 37,3 Fuſs.

In folgender Tafel findet man diese Berichtigung für alle Berghöhen bis 20,000 Fuſs.

Verbesserung wegen der Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Berghöhe.	Verbesserung wegen der Luftschichten.	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
1000 Fſs.	+ 0,1 Fſs.	+ 2,4 Fſs.	+ 2,5 Fſs.
2000	0,2	4,7	4,9
3000	0,5	7,5	8,0
4000	0,8	8,8	10,6
5000	1,3	12,3	14,2
6000	1,8	16,0	17,8
7000	2,5	18,0	20,5
8000	3,3	21,0	24,3
9000	4,1	23,2	27,3
10000	5,1	25,0	30,1
11000	6,2	27,3	33,5
12000	7,3	30,0	37,3
13000	8,6	32,4	41,0
14000	9,9	34,6	44,5
15000	11,4	37,1	48,5
16000	13,1	39,9	53,0
17000	14,8	42,4	57,2
18000	16,6	44,9	61,5
19000	18,4	47,3	65,6
20000	20,4	50,0	70,4

Wir haben also Höhen-Unterschied 5256 Fuſs.

Tafel 6. Wegen Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung . . . . + 15 Fuſs.

Also beide zusammen = 5271 Fuſs.

20.

Einflufs der Dalton'schen Theorie.

Die Dalton'sche Theorie hat einen Einflufs, der so grofs ist, wie der der Schwere, allein mit dem entgegengesetzten Zeichen. Auf 10000 Fufs beträgt er 18 Fufs.

Ich werde von ihm umständlich im fünften Abschnitte reden.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fufs.	Unterschied in Fufs.	Höhe über der See in Fufs.	Unterschied in Fufs.
1000	÷ 2,8 Ffs.	11000	÷ 19,0 Ffs.
2000	5,1	12000	19,5
3000	7,7	13000	19,6
4000	10,1	14000	20,0
5000	11,6	15000	20,0
6000	÷ 13,7 Ffs.	16000	÷ 19,7 Ffs.
7000	15,1	17000	19,1
8000	16,1	18000	18,6
9000	17,5	19000	17,5
10000	18,2	20000	16,9

Die Höhe des Monte Gregorio ist demnach . .	5271 Fufs.
Die Dalton'sche Theorie	÷ 12 Fufs.
Also die Messung der Quecksilberwaage	= 5259 Fufs.
Die geometrische Messung gab	5259 Fufs.
Unterschied	0 Fufs.

21.

Messung des Monte Gregorio mit der Quecksilberwaage, am 1. October 1809.

Breite 45°

Wir wollen jetzt den Monte Gregorio an einem Beispiele berechnen.

Den 1. October 1809 machte Herr d'Aubuisson folgende Beobachtungen mit der Quecksilberwaage:

Octob.	Druck der Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Mittl. Wärme.
1809.	327,60 Linien.	17°,4 R.	14°,8 R.	10°,3 R.
1.	266,48 Linien.	7°,5 R.	5°,8 R.	

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gabracht werden, auf 10°,3 R. Nämlich:

17°,4 R. ÷ 10°,3 R. = 7°,1 R.
und 10°,3 R. ÷ 7°,5 R. = 2°,8 R.

	327,60	Linien
Für 7°,1 R. Untersch. nach Taf. 1.	÷ 0,53	Linien
	327,08	Linien bei 10°,3 R.
	266,48	Linien
Für 2°,8 R. Untersch. nach Taf. 1.	+ 0,17	Linien
	266,65	
unten	327,08	Linien bei 10°,3 R.
oben	÷ 266,65	Linien bei 10°,3 R.
Unterschied	60,43	Linien bei 10°,3 R.

Diese 60,43 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 10°,3 Wärme einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls eine mittlere Wärme von 10°,3 R. hatte.

Jetzt fängt die Berechnung mit der Schicht-Tafel an.

Für 266 Lin. giebt Tafel 2 = 6579 Ffs.
Für 0,65 » » » 2 ÷ 60 Ffs.
266,65 Linien . . . . . = 6519 Ffs.

Für 327 Lin. giebt Taf. 2 = 1527 Ffs.
Für 0,08 » » » 2 ÷ 6 Ffs.
327,08 Linien . . . . . = ÷ 1518 Ffs.

Unverbesserter Höhen-Unterschied = 5001 Ffs.

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

5006 Fufs und 10° R. = 234
für 0°,3 bei 5000 Fufs . . 7

241 Fufs.
Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . . 14 Fufs.
Tafel 5. Wegen der Schwere unterm 45° der Br. 0 Fufs.
Tafel 6. Wegen der Schwere in senkrechter Richtung . . . . . 15 Fufs.
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie ÷ 12 Fufs.
Höhenmessung mit der Quecksilberwaage 5259 Fufs.
Die geometrische Messung gab . . . . . 5259 Fufs.
Unterschied ± 0 Fufs.

22.

Berechnung des Pic du Midi über Tarbes, gemessen von Ramond, den 12. Sept. 1803.

Ramond hat den Pic du Midi am 12. Sept. 1803 gemessen, dessen Breite gleich 43° ist.

	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Mittlere Wärme.
Tarbes . . . 27 z. 3,66 Linien oder 327,66 Linien.			
Pic du Midi 20 z. 1,05 Linien oder 241,05 Linien.	18°,8 R.	20°,3 R.	14°,3 R.
	11°,3 R.	8°,3 R.	

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 14°,3 R. Nämlich:

18°,8 R. ÷ 14°,3 R. = 4°,5 R.
und 14°,3 R. ÷ 11°,8 R. = 2°,5 R.

	327,66	Linien
Für 4°,5 R. Untersch. nach Taf. 1. ÷	0,33	Linien.
	327,33	Linien bei 14°,3 R.
	241,05	Linien
Für 2°,5 R. Untersch. nach Taf. 1. +	0,14	Linien
	241,19	Linien bei 14°,3 R.
unten	327,33	Linien bei 14°,3 R.
oben ÷	241,19	Linien bei 14°,3 R.
Unterschied =	86,15	Linien bei 14°,3 R.

Diese 86,15 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 14°,3 R. einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls eine mittlere Wärme von 14°,3 R. hatte.

Jetzt fängt die Berechnung mit der Schicht-Tafel an.

Für 241 Lin. giebt Tafel 2 = 8996 Ffs.
Für 0,19 » » » 2 ÷ 19 Ffs.
241,19 Linien . . . . . = 8977 Ffs.

102
19
918
102
19,38

Für 327 Lin. giebt Tafel 2 = 1524 Ffs.
Für 0,33 » » » 2 ÷ 24 Ffs.
327,33 Linien . . . . . = ÷ 1500 Ffs.

75
23
225
225
24,75

Unverbesserter Höhen-Unterschied = 7477 Ffs.

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 7000 Fufs und 14° R. =	495	
Für 400 Fufs und 14° R. =	26	
Für 77 Fufs und 14° R. =	5	
Für 0°,3 R. bei 7477 Fufs =	10	
		500 Fufs.

	7477 + 500 Fuſs =	7977 Fuſs
Tafel 4.	Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . .	34 Fuſs.
Tafel 5.	Die Schwere unterm 43° der Breite . . .	2 Fuſs.
Tafel 6.	Die Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung	24 Fuſs.
Tafel 7.	Wegen der Dalton'schen Theorie ÷	15 Fuſs.
	Die Messung mit der Quecksilberwaage	8019 Fuſs.
	Die geometrische Messung giebt	8044 Fuſs.
	Unterschied =	25 Fuſs.

oder $\frac{1}{322}$ des Ganzen.

23.

Messung des Montblanc in Savoyen von Herrn von Saussure, den 3. August 1787.

Herr von Saussure stellte den 3. August 1787 folgende Beobachtungen auf der Spitze des Montblanc an.

Die Quecksilberwaage stand im Zelte	192,26 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war . . +	1°,2 R.
Die Wärme der freien Luft im Schatten ÷	2°,3 R.
Der Feuchtigkeitsmesser stand	51 Grad.
Die Breite des Montblanc ist	45°,45 Minuten.
Zu Genf stand im Kabinet die Quecksilberwaage	327,14 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war . +	19°,2 R.
Die Wärme der Luft war im Schatten +	20°,6 R.
Die Höhe der Quecksilberwaage über dem Genfer See	81 Fuſs.
Der Feuchtigkeitsmesser stand in Genf	77° Grad.

Die mittl. Wärme der Luft $\frac{22°6 \div 2°,3}{2} = 10°,15$ R.

Rechnung.

Zuerst müssen die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 10°,15 R. Nämlich:

19°,2 R. ÷ 10°,15 R. = ÷ 9° R.
und 10°,15 R. ÷ 1°,2 R. = + 9°,1 R.

	327,14	Lin.
Für 9° Untersch. nach Tafel 1. = ÷	0,66	Lin.
	326,48	Lin. bei 10°,15 R.
	192,26	Lin.
Für 9°,1 Untersch. nach Taf. 1. = +	0,39	Lin. bei 10°,15 R.
	192,65	Lin.
unten	326,48	Lin. bei 10°,15 R.
oben ÷	192,65	Lin. bei 10°,15 R.
Unterschied	133,83	Lin. bei 10°,15 R.

Diese 133,83 Linien sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 10°,15 Wärme einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls 10°,15 warm war.

Für 192 Lin. giebt Taf. 2 = 14563
Für 0,65 » » » 2 ÷ 83
192,65 Linien . . . . . = 14480 Ffs.

128
65
640
768
83,20

Für 326 Lin. giebt Taf. 2. = 1599
Für 0,48 » » » 2. ÷ 36
326,48 Linien . . . . . = ÷ 1563 Ffs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied . 12917 Ffs.

75
48
600
300
36,00

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für	9000 Fuſs	und	10° R. =	422
Für	3000 Fuſs	und	10° R. =	141
Für	900 Fuſs	und	10° R. =	42
Für	17 Fuſs	und	10° R. =	1
Für	12917 Fuſs	u.	0°,15 R. =	9
				615 Fuſs.

	12917 + 615 Fuſs =	13532 Fuſs.
Tafel 4.	Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . .	62 Fuſs.
Tafel 5.	Die Schwere unterm 45°,45 der Breite ÷	2 Fuſs.
Tafel 6.	Wegen der Schwere in senkr. Richtung	41 Fuſs.
Tafel 7.	Wegen der Dalton'schen Theorie . . ÷	22 Fuſs.
Die Höhe des Cabinets über der See		81 Fuſs.
Höhenmessung mit der Quecksilberwaage =		13692 Fuſs.
Geometrische Messung nach Tralles . . =		13639 Fuſs.
	Unterschied	53 Fuſs.

Dieses ist $\frac{1}{257}$ des Ganzen.

Nun muſs aber auch 3 Fuſs abgezogen werden nach dem Täfelchen über dem Feuchtigkeitsmesser im fünften Abschnitte. Es bleiben daher noch 50 Fuſs Unterschied oder $\frac{1}{273}$ des Ganzen.

24.

Rechnungs-Beispiel.

Den 4. October 1809 beobachteten Herr Mallet und Herr d'Aubuisson auf dem Monte Gregorio Mittags um 12 Uhr folgende Stände der Quecksilberwaage:

Nach Herrn Mallet stand die Quecksilberwaage	331,34 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war	12°,9 R.
Die Wärme der Luft war	12°,4 R.
Herr d'Aaubuisson beobachtete oben die Quecksilberwaage	268,74 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war	3°3, R.
Die Wärme der Luft war	1°,8 R.
Die mittlere Wärme der Luftsäule war . .	7°,1 R.

Wie groſs ist die Quecksilbersäule bei 7°,1 R.?
Wie groſs ist die Luftsäule bei 7°,1 R.?

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Reaumur dehnt sich das Quecksilber $\frac{4}{4440}$ aus.)

Wärme.	29 Zoll oder 348 Lin.	28 Zoll oder 336 Lin.	27 Zoll oder 324 Lin.	26 Zoll oder 312 Lin.	25 Zoll oder 300 Lin.	24 Zoll oder 288 Lin.
0°,5	0,04 L.	0,04 L.	0,04 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.
1,0	08	08	07	07	07	07
1,5	12	12	11	10	10	10
2,0	16	15	15	14	13	13
2,5	20	19	18	17	17	16
3,0	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19
3,5	27	27	26	24	23	23
4,0	31	31	29	27	27	26
4,5	35	34	33	31	30	29
5,0	39	38	36	34	34	32
5,5	0,43	0,41	0,40	0,38	0,37	0,36
6,0	47	45	44	41	40	39
6,5	51	49	47	44	44	42
7,0	54	52	51	48	47	46
7,5	58	56	55	51	50	49
8,0	0,62	0,60	0,58	0,55	0,54	0,52
8,5	66	64	62	58	57	55
9,0	71	69	66	61	61	59
9,5	74	73	69	65	64	62
10,0	78	76	73	68	67	65
10,5	0,82	0,79	0,77	0,72	0,71	0,68
11,0	86	83	80	75	74	71
11,5	90	86	84	78	77	75
12,0	94	89	88	82	81	78
12,5	98	93	91	85	84	81
13,0	1,02	0,97	0,95	0,89	0,87	0,84
13,5	1,05	1,00	98	92	91	88
14,0	1,09	1,04	1,02	95	94	91
14,5	1,13	1,08	1,06	99	97	94
15,0	1,17	1,11	1,09	1,02	1,01	97

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Reaumur dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{4440}$ aus.)

Wärme.	23 Zoll oder 276 Lin.	22 Zoll oder 264 Lin.	21 Zoll oder 252 Lin.	20 Zoll oder 240 Lin.	19 Zoll oder 228 Lin.	18 Zoll oder 216 Lin.
0°,5	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,02 L.
1,0	06	06	06	05	05	05
1,5	09	09	09	08	08	07
2,0	13	12	11	11	10	10
2,5	16	15	14	14	13	12
3,0	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15
3,5	22	21	20	19	18	17
4,0	25	24	23	22	20	20
4,5	28	27	26	25	23	22
5,0	31	30	28	27	26	24
5,5	0,34	0,33	0,31	0,30	0,28	0,27
6,0	38	36	34	33	31	29
6,5	41	38	37	35	33	32
7,0	44	41	40	38	36	34
7,5	47	44	43	41	38	37
8,0	0,50	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
8,5	53	50	48	46	44	41
9,0	56	53	51	49	46	44
9,5	59	56	54	52	49	46
10,0	62	59	57	54	51	49
10,5	0,65	0,62	0,60	0,57	0,54	0,51
11,0	69	65	63	60	56	54
11,5	72	68	65	62	59	56
12,0	75	71	68	65	62	58
12,5	78	74	71	68	64	61
13,0	0,81	0,77	0,74	0,70	0,67	0,63
13,5	84	80	77	73	69	66
14,0	87	83	80	76	72	68
14,5	90	86	82	79	74	71
15,0	93	89	85	81	77	73

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Reaumur dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{4440}$ aus.)

Wärme.	17 Zoll oder 204 Lin.	16 Zoll oder 192 Lin.	15 Zoll oder 180 Lin.	14 Zoll oder 168 Lin.	13 Zoll oder 156 Lin.	12 Zoll oder 144 Lin.
0°,5	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.
1,0	05	04	04	04	04	03
1,5	07	06	06	06	05	05
2,0	09	09	08	08	07	07
2,5	11	11	10	10	09	08
3,0	0,13	0,13	0,12	0,12	0,10	0,10
3,5	16	15	14	14	12	11
4,0	18	17	16	16	14	13
4,5	20	19	18	18	16	15
5,0	23	22	20	19	18	16
5,5	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18
6,0	27	26	24	23	21	19
6,5	30	28	26	25	23	21
7,0	32	30	28	28	25	23
7,5	34	32	30	29	26	24
8,0	0,36	0,34	0,32	0,31	0,28	0,26
8,5	39	37	34	33	30	28
9,0	41	39	36	34	32	29
9,5	43	41	38	36	33	31
10,0	46	43	40	38	35	32
10,5	0,48	0,45	0,42	0,40	0,37	0,34
11,0	50	47	44	42	39	36
11,5	52	50	46	44	40	37
12,0	55	52	48	45	42	39
12,5	57	54	50	47	44	41
13,0	0,59	0,56	0,52	0,49	0,46	0,42
13,5	62	58	54	51	47	44
14,0	64	60	57	53	49	45
14,5	66	62	59	55	51	47
15,0	68	65	61	57	53	49

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 348 bis 276 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
348 L.	70 F.	0 F.	312 L.	78 F.	2674 F.
47	71	70	11	79	2752
46	71	141	10	79	2831
45	71	212	9	79	2910
44	71	283	8	79	2990
43	72	354	7	80	3069
42	72	426	6	80	3149
41	72	497	5	81	3229
40	72	569	4	81	3310
39	73	641	3	81	3391
38	73	714	2	82	3471
37	73	786	1	82	3553
336	73	859	300	82	3634
35	73	932	299	82	3716
34	74	1005	98	82	3798
33	74	1079	97	83	3880
32	74	1152	96	83	3963
31	74	1226	95	83	4046
30	74	1300	94	83	4129
29	75	1374	93	84	4212
28	75	1449	92	84	4296
27	75	1524	91	84	4380
26	75	1599	90	85	4464
25	75	1674	89	85	4549
324	76	1749	288	85	4634
23	76	1825	87	85	4719
22	77	1901	86	86	4804
21	77	1977	85	86	4890
20	77	2054	84	86	4976
19	77	2130	83	86	5063
18	77	2207	82	87	5149
17	78	2284	81	87	5236
16	78	2362	80	87	5324
15	78	2439	79	88	5411
14	78	2517	78	88	5499
13	78	2595	77	88	5587

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 276 bis 204 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
276 L.	89 F.	5676 F.	240 L.	102 F.	9098 F.
75	89	5765	39	103	9200
74	89	5854	38	103	9303
73	90	5943	37	104	9406
72	90	6033	36	104	9510
71	91	6123	35	104	9614
70	91	6214	34	105	9718
69	91	6305	33	105	9823
68	92	6396	32	106	9928
67	92	6488	31	106	10034
66	93	6579	30	107	10140
65	93	6672	29	107	10247
264	93	6764	228	108	10354
63	94	6857	27	108	10462
62	94	6951	26	109	10570
61	94	7044	25	110	10678
60	95	7138	24	110	10787
59	95	7233	23	111	10897
58	95	7327	22	111	11007
57	96	7422	21	111	11118
56	96	7518	20	112	11229
55	96	7614	19	112	11340
54	96	7710	18	112	11452
53	97	7806	17	113	11565
252	98	7903	216	113	11678
51	98	8001	15	114	11791
50	98	8099	14	114	11906
49	98	8197	13	115	12020
48	98	8295	12	116	12135
47	99	8394	11	117	12251
46	100	8494	10	117	12368
45	101	8595	9	117	12485
44	101	8693	8	118	12602
43	101	8794	7	119	12720
42	101	8895	6	119	12839
41	102	8996	5	119	12958

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 204 bis 132 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
204 L.	120 F.	13078 F.	168 L.	146 F.	17832 F.
3	121	13198	67	147	17978
2	121	13319	66	148	18125
1	121	13440	65	149	18273
200	122	13562	64	150	18422
199	123	13686	63	151	18572
98	124	13809	62	152	18723
97	125	13933	61	153	18873
96	125	14058	60	154	19026
95	126	14183	59	155	19179
94	127	14309	58	155	19334
93	127	14436	57	156	19489
192	128	14563	156	157	19646
91	128	14691	55	158	19803
90	129	14819	54	159	19961
89	130	14948	53	160	20120
88	131	15078	52	161	20281
87	131	15209	51	162	20443
86	132	15340	50	164	20605
85	132	15472	49	165	20769
84	132	15605	48	166	20934
83	134	15738	47	167	21100
82	135	15872	46	167	21267
81	135	16007	45	170	21435
180	136	16142	144	170	21605
79	137	16279	43	172	21775
78	138	16416	42	173	21947
77	139	16554	41	175	22120
76	140	16693	40	175	22295
75	140	16833	39	177	22470
74	141	16973	38	178	22647
73	142	17114	37	179	22825
72	143	17256	36	181	23004
71	144	17399	35	182	23185
70	145	17542	34	184	23365
69	145	17687	33	185	23549

Tafel III.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luftschichten.

(Die Luft dehnt sich $\frac{1}{213,3}$ für jeden Grad Reaumur aus.)

Grad Reaum.	Für 1000 Fuſs.	Für 2000 Fuſs.	Für 3000 Fuſs.	Für 4000 Fuſs.	Für 5000 Fuſs.	Für 6000 Fuſs.	Für 7000 Fuſs.	Für 8000 Fuſs.	Für 9000 Fuſs.
0,5	2	5	7	9	12	14	16	19	21
1,0	5	9	14	19	23	28	33	38	42
1,5	7	14	21	28	35	42	49	56	63
2,0	9	19	28	38	47	56	66	75	84
2,5	12	23	35	47	59	70	82	94	105
3,0	14	28	42	57	70	84	98	113	127
3,5	16	33	49	66	82	98	115	131	148
4,0	19	38	56	75	94	113	131	150	169
4,5	21	42	63	84	105	127	148	169	190
5,0	23	47	70	94	117	141	164	188	211
5,5	26	51	77	103	129	135	181	206	232
6,0	28	56	84	113	141	169	197	225	253
6,5	30	61	91	122	152	183	213	244	274
7,0	33	66	98	131	164	197	230	263	295
7,5	35	70	105	141	176	211	246	281	316
8,0	38	75	113	150	188	225	263	300	337
8,5	40	80	120	159	199	239	279	319	359
9,0	42	84	127	169	211	253	295	338	380
9,5	44	89	134	178	223	267	312	356	401
10,0	47	94	141	188	234	281	328	375	422
10,5	49	98	148	197	246	295	345	394	443
11,0	52	103	155	206	258	309	361	413	464
11,5	54	108	162	216	269	323	377	431	485
12,0	56	113	169	225	281	338	394	450	506
12,5	59	117	176	234	294	352	410	469	527
13,0	61	122	183	244	305	366	427	487	548
13,5	63	127	190	253	316	380	443	506	569
14,0	66	131	197	263	328	394	459	525	591
14,5	68	136	204	273	340	408	476	544	612
15,0	70	141	211	281	352	422	492	563	633

Tafel III.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luftschichten.

(Die Luft dehnt sich $\frac{1}{213,3}$ für jeden Grad Reaumur aus.)

Grad Reaum.	Für 1000 Fuſs.	Für 2000 Fuſs.	Für 3000 Fuſs.	Für 4000 Fuſs.	Für 5000 Fuſs.	Für 6000 Fuſs.	Für 7000 Fuſs.	Für 8000 Fuſs.	Für 9000 Fuſs.
15,5	73	145	218	291	363	436	509	581	654
16,0	75	150	225	300	375	450	525	600	675
16,5	77	155	232	310	387	464	542	619	696
17,0	80	159	239	319	398	478	558	637	717
17,5	82	164	246	328	410	492	574	656	738
18,0	84	169	253	338	422	506	591	675	760
18,5	87	173	260	347	433	520	607	693	781
19,0	89	178	267	356	445	534	624	712	802
19,0	91	182	274	366	457	548	640	731	823
20,0	94	188	281	375	469	563	656	750	844
20,5	96	192	288	384	480	576	673	769	865
21,0	98	197	295	394	492	590	689	788	886
21,5	101	201	302	403	504	604	706	806	907
22,0	103	206	309	412	515	618	722	825	928
22,5	105	211	316	422	527	634	738	844	949
23,0	108	215	323	431	538	648	755	862	970
23,5	110	220	330	440	550	662	771	881	991
24,0	112	225	337	449	562	676	788	900	1012
24,5	115	229	344	459	573	690	804	918	1033
25,0	117	234	351	468	585	704	820	937	1054
25,5	119	239	358	478	597	716	836	956	1075
26,0	122	243	365	487	609	730	852	975	1096
26,5	124	248	372	496	620	744	867	993	1117
27,0	126	253	379	505	632	758	884	1012	1138
27,5	129	257	386	515	644	772	900	1031	1159
28,0	131	262	393	524	656	787	917	1049	1181
28,5	133	267	400	534	667	800	933	1068	1202
29,0	136	271	407	543	679	814	950	1087	1223
29,5	138	276	414	552	690	828	966	1106	1244
30,0	140	281	421	562	701	842	982	1124	1266

Tafel IV.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Im Januar	17 Fuſs.	Im Juli	48 Fuſs.
» Februar . . .	18 »	» August	48 »
» März	20 »	» September . .	40 »
» April	24 »	» October . . .	27 »
» Mai	35 »	» November . .	24 »
» Juni	41 »	» Dezember . .	18 »

Das ganze Jahr hindurch ist es auf 10000 Fuſs = 30 Fuſs.

Tafel V.

Tafel zur Berichtigung wegen der Veränderung der anziehenden Kraft in Hinsicht der geographischen Breite.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.
0°	+ 28 Ffs.	45°	÷ 0 Ffs.
5	27	50	5
10	26	55	10
15	24	60	14
20	21	65	18
25	18	70	21
30	14	75	24
35	10	80	26
40	5	85	27
45	0	90	28

Tafel VI.

Verbesserung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Berghöhe über der See.	Verbesserung wegen der Luftsäulen.	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
1000	0,1 Fuſs.	2,4 Fuſs.	2,5 Fuſs.
2000	0,2	4,7	4,9
3000	0,5	7,5	8,0
4000	0,8	9,8	10,6
5000	1,3	12,9	14,2
6000	1,8	16,0	17,8
7000	2,5	18,0	20,5
8000	3,3	21,0	24,3
9000	4,1	23,2	27,3
10000	5,1	25,2	30,1
11000	6,2	27,3	33,5
12000	7,3	30,0	37,3
13000	8,6	32,4	41,0
14000	9,9	34,6	44,5
15000	11,4	37,1	48,5
16000	13,1	39,3	53,0
17000	14,8	42,4	57,2
18000	16,6	44,9	61,5
19000	18,4	47,3	65,7
20000	20,4	50,0	70,4

Tafel VII.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.
500	÷ 1,4	10500	÷ 18,6
1000	2,8	11000	19,0
1500	3,9	11500	19,2
2000	5,1	12000	19,5
2500	6,4	12500	19,5
3000	÷ 7,7	13000	÷ 19,6
3500	8,9	13500	19,8
4000	10,1	14000	19,9
4500	10,4	14500	20,0
5000	11,6	15000	20,0
5500	÷ 12,6	15500	÷ 19,8
6000	13,7	16000	19,7
6500	14,4	16500	19,4
7000	15,1	17000	19,1
7500	15,6	17500	18,9
8000	÷ 16,1	18000	÷ 18,6
8500	16,8	18500	18,0
9000	17,5	19000	17,5
9500	17,9	19500	17,2
10000	18,2	20000	16,9

Inhalt der Tafeln.

Nro. 1. Enthält die Berichtigungen der Wärme des Quecksilbers.
Nro. 2. Enthält die Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.
Nro. 3. Enthält die Ausdehnung der Luftschichten durch die Wärme.
Nro. 4. Enthält die Berichtigung wegen der Feuchtigheit der Luftschichten.
Nro. 5. Enthält die Veränderung der Schwere, in Hinsicht der Breite.
Nro. 6. Enthält die Abnahme der Schwere, in Hinsicht der Höhe.
Nro. 7. Enthält die Dalton'sche Theonie.

Nachgesehen von Valentin Ochsen den 26. August 1830.

Dritter Abschnitt.

Rheinländische Linien.

Messung mit der Quecksilber-Waage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont, und vom Montblanc in Savoyen.

Rheinländische Fuss

zu 139,13 paris. Linien.

Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont, und vom Montblanc in Savoyen, in Rheinländischen Linien.

1.

In Deutschland hat man gewiſs 50 verschiedene Fuſsmaaſse: Das Berliner, das Braunschweiger, das Bremer, das Cölner, das Danziger, das Erfurter, das Rheinländische u. s. w.

Nehmen wir das Rheinländische an, so ist dieses 139,13 paris. Linien. Es ist zugleich das allgemeine Maaſs in Preuſsen, also bei 12 Millionen Einwohnern.

28 Paris. Zoll sind 28,98 Rheinl. Zoll.

Wenn also die Luft mit 28,98 Rheinl. Zoll zusammengedrückt ist, so ist sie eben so schwer, als wenn sie mit 28 Paris. Zoll zusammengedrückt wäre, und sie ist dann 10495 mal leichter als Quecksilber.

Eine Luftsäule also, die 10495 mal 28,98 Zoll lang wäre, wäre eben so schwer, als die Quecksilbersäule, die sie zusammendrückt.

Dieses sind 304145 Rheinl. Zoll oder 25345 Rheinl. Fuſs.

Diese ist also für Rheinl. Maaſs die beständige Zahl für 0° R.

2.

Abwiegungen bei 29 Rheinl. Zoll.

Wenn die Quecksilberwaage bei 28,98 Rheinl. Zoll 10495 mal leichter ist als die Luft, so muſs sie bei 29 Rheinl. Zoll 10502 mal leichter sein als die Luft.

Nämlich: 28,98 Zoll thun 10495, was thun 29 Zoll?

29 mal 10502 ist 304558 Rheinl. Zoll oder mit 12 dividirt giebt 25380 Rheinl. Fuſs.

Für 29 Rheinl. Zoll ist also die beständige Zahl 25380 Rheinl. Fuſs., welches dasselbe ist.

Alles dieses beruht auf die Abwiegungen von Biot und Arago, nachdem sie gefunden haben, daſs wenn die Quecksilberwaage auf 28 Paris. Zoll steht, und der Wärmemesser ist auf dem Gefrierpunkte, am Ufer der See, und unterm 45° der Breite, daſs dann die Luft 10495 mal leichter ist als Quecksilber.

3.

Das Mariottische Gesetz.

Je stärker die Luft gedrückt wird, desto dichter wird sie. Wird sie mit einem Gewichte von 29 Zoll Quecksilber zusammengedrückt, so ist sie 4 mal so dicht, und in einen 4 mal so kleinen Raum gepreſst, als wenn sie mit einem Gewichte von $7\frac{1}{4}$ Zoll zusammengedrückt würde.

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

Mariotte war einer der ersten, welcher diese Eigenschaft der Luft, die eine Folge ihrer Federkraft ist, bemerkte, und von ihm hat dieses Gesetz den Namen.

Die Zahl 25380 ist beständig.

Wäre die Luft mit $14\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilber zusammengedrückt, so wäre sie um die Hälfte dünner und um die Hälfte leichter. Eine Luftsäule die 21004 mal $14\frac{1}{2}$ Zoll leichter ist, oder von 25380 Rheinl. Fufs ist also so schwer, als die Quecksilbersäule, die sie zusammendrückt. Sie ist eine Folge des Mariottischen Gesetzes, dafs sich die Dichtigkeit verhält wie der Druck, und man nennt sie die beständige Zahl.

Die Luft besistzt eine sehr grofse Federkraft. Sie nimmt daher einen gröfsern Raum ein, wenn sie schwach gedrückt wird, läfst sich aber wegen ihrer Federkraft in einen sehr kleinen Raum zusammendrücken.

4.

Ausdehnung der Luft und des Quecksilbers.

Das Verhältnifs zwischen der Schwere zweier Körper gilt nur für einen gewissen Wärmegrad, denn da alle Körper sich auf eine verschiedene Weise ausdehnen, so werden sie auf eine verschiedene Weise leichter.

Lambert und Gay Lussac haben gefunden, dafs die Luft sich bei jedem Grade R. $\frac{1}{213,3}$ ausdehne.

Dulong und Petit haben 1818 gefunden, dafs das Quecksilber sich für jeden Grad R. um $\frac{1}{4440}$ ausdehne.

Dehnten sich beide gleich stark aus, so bleibt das Verhältnifs ihrer Schwere dasselbe. Da sie es aber

es aber nicht thun, so berechnet man sich eine Tafel, in der man siehet, wie dieses Verhältnifs für jeden Grad ist.

Lavoisier und La Place hatten $\frac{1}{4330}$ gefunden. Dieses war etwas zu klein. Beim Monte Gregorio der 5443 Rheinl. Fufs hoch ist, beträgt der Untertchied 1,9 Fufs.

5.

Die Schicht-Tabelle.

Da eine Luftsäule von 25380 Rheinl. Fufs eben so viel wiegt, wie eine Quecksilbersäule von 29 Zoll, so wiegt eine von 875 Fufs so viel, wie eine Quecksilbersäule von einem Zoll Höhe.

Wäre die Luft statt mit 29 Zoll Quecksilber nur mit 28 Zoll zusammengedrückt, so würde sie um $\frac{1}{28}$ leichter sein. Sie wäre dann nicht 10502 mal leichter, sondern 10877 mal. Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit mufs demnach 10877 mal 28 Zoll lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

10877 Zoll ist 304566. Dieses sind 25380 Rheinl. Fufs. Wenn aber eine Quecksilbersäule von 28 Zoll so schwer ist, als eine Luftsäule von 25380 Fufs, so ist eine von 1 Zoll so schwer, als eine Luftsäule von 906 Rheinl. Fufs.

Ist man auf einen Berg gestiegen, wo die Quecksilber-Waage auf 27 Zoll steht, so ist die Luft um $\frac{1}{27}$ leichter, als unten, wo die Quecksilberwaage auf 28 Rheinl. Zoll stand. Wenn sie dort 10877 mal leichter war, so ist sie hier 11280 mal leichter.

Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit mufs daher 11280 mal 27 Zoll oder 25380 Rheinl. Fufs lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 27 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

Eine Luftsäule von 940 Rheinl. Fufs wird daher einem Rheinl. Zoll Quecksilber das Gleichgewicht halten.

Die Zahl 25380 Rheinl. Fufs ist beständig, welches auch der Druck sein mag, den sie ausübt.

Auf diese Weise kann man immer berechnen, um wie viel die Luft dünner wird, wenn die Quecksilberwaage um 1 Zoll fällt.

Hieraus findet man, wie viel man steigen mufs, wenn man die Quecksilberwaage um 1 Zoll will fallen machen. Denn es ist an sich klar, dafs, je höher man auf den Berg steigt, desto weniger Luft drückt auf die Quecksilberwaage, da blofs diejenige darauf drücken kann, die ober derselben ist, die welche unter derselben ist, drückt nicht mehr darauf.

Folgende Tabelle enthält in der ersten Spalte die Namen der Stationen.

In der zweiten den Stand der Quecksilberwaage.

In der dritten den Raum den sie einnimmt.

In der vierten die Schwere der Luft gegen Quecksilber.

In der fünften die Länge einer Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit, die 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält.

In der sechsten ist die Gesammthöhe angegeben, welche man auf jeder Station unter sich hat. Die Zahlen drücken die Höhen aus, bis zu welcher man gestiegen ist.

Tafel I.

(Für 1 rheinischen Zoll Quecksilber-Höhe.)

1	2	3	4	5	6
Namen der Stationen.	Stand d. Quecksilberwaage in Zoll.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule die 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen. Fuss.
1	29	$\frac{1}{29}$	10502 mal	875	000
2	28	$\frac{1}{28}$	10877 „	906	875
3	27	$\frac{1}{27}$	11280 „	940	1781
4	26	$\frac{1}{26}$	11713 „	976	2721
5	25	$\frac{1}{25}$	12181 „	1015	3697
6	24	$\frac{1}{24}$	12688 „	1057	4712
7	23	$\frac{1}{23}$	13239 „	1103	5769
8	22	$\frac{1}{22}$	13841 „	1153	6872
9	21	$\frac{1}{21}$	14500 „	1208	8025
10	20	$\frac{1}{20}$	15225 „	1269	9233
11	19	$\frac{1}{19}$	16026 „	1335	10502
12	18	$\frac{1}{18}$	16916 „	1410	11837
13	17	$\frac{1}{17}$	17858 „	1490	13247
14	16	$\frac{1}{16}$	18974 „	1586	14737
15	15	$\frac{1}{15}$	20239 „	1692	16323
16	14	$\frac{1}{14}$	21684 „	1812	18015
17	13	$\frac{1}{13}$	23352 „	1952	19827
18	12	$\frac{1}{12}$	25298 „	2115	21779
19	11	$\frac{1}{11}$	27597 „	2307	23894
20	10	$\frac{1}{10}$	30356 „	2538	26201
21	9	$\frac{1}{9}$	33729 „	2820	28739
22	8	$\frac{1}{8}$	37945 „	3172	31559
23	7	$\frac{1}{7}$	33365 „	3625	34731
24	6	$\frac{1}{6}$	38925 „	4230	38356
25	5	$\frac{1}{5}$	46710 „	5076	42586
26	4	$\frac{1}{4}$	58387 „	6345	47662
27	3	$\frac{1}{3}$	77849 „	8460	54007
28	2	$\frac{1}{2}$	116773 „	12690	62467
29	1	$\frac{1}{1}$	233546 „	25380	75157

Wenn man sich vorstellt, daſs unsere Atmosphäre in 29 solcher Theile getheilt ist, welche alle das Gleichgewicht von einer Quecksilbersäule von 1 Zoll haben, so wird in der untersten die Quecksilberwaage auf 29 Zoll stehen, weil sie hier den Druck von allen 29 Schichten zu tragen hat.

Steigt man mit der Quecksilberwaage auf 875 Fuſs, so wird sie bis auf 28 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste Schicht nicht mehr darauf drücken kann.

Steigt man mit der Quecksilberwaage noch 906 Fuſs, so wird sie bis auf 27 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste und zweite Schicht nicht mehr darauf drücken können.

Man weiſs also, wenn man das Quecksilber 2 Zoll sinken sieht, daſs man 875 + 906 = 1781 Fuſs gestiegen ist.

Man sieht hieraus, auf welche Weise man vom Fallen des Quecksilbers in der Quecksilberwaage, auf die Höhe der Berge schlieſsen kann, auf die man gestiegen ist.

7.

Zeichnung derselben.

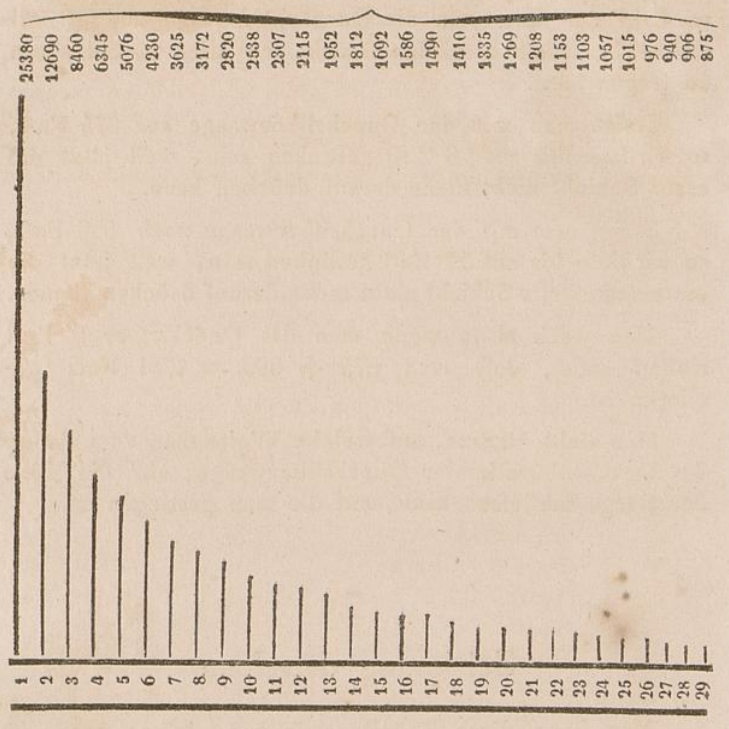
Man kann diese Tabelle zeichnen, indem man die Dichtigkeit der Säulen zu Apzissen und die Länge derselben zu Ordinaten nimmt.

Die Apzissen sind die horizontalen Linien, die mit 29, 28, 27, 26, 25 u. s. w. bezeichnet sind, und die Ordinaten sind die senkrechten, die um so länger werden, je mehr die Dichtigkeit der Luftsäule abnimmt.

Die krumme Linie welche durch die Ende der Ordinaten gelegt wird, ist eine Hyperbel.

Die Länge ist in Fuſs angegeben. Es ist die fünfte Spalte der oben angeführten Schicht-Tabelle.

Länge der Luftsäulen, die gleiches Gewicht haben, nämlich von 1 rheinl. Zoll.



8.

Zeichnung des Montblanc in Rheinl. Fuſs.

Wenn man die Schicht-Tabelle und den Montblanc zugleich zeichnet, so erhält man folgende Figur. Auſsen steht die Quecksilberwaage in Zoll, z. B. 29 Zoll, 28 Zoll, 27 Zoll u. s. w.

Inwendig ist die erste Schicht, die Fuſsmaaſse von 5 z. B. 875 Fuſs, 906 Fuſs, 940 Fuſs u. s. w.

In der zweiten Schicht inwendig sind die Rheinl. Fuſsmaaſse von unten an gerechnet, nämlich von 29 Zoll. Diese ist 6 der Schicht-Tabelle, und zeigt an, wie weit man gestiegen ist, und wie hoch die Quecksilberwaage steht.

Auſswendig steht wieder die Quecksilberwaage in Rheinl., Zoll z. B. 29 Zoll, 28 Zoll, 27 Zoll u. s. w.

Der Montblanc selber ist 15310 Rheinl. Fuſs hoch.

Im Berge selber sind die Berge der niedern Höhe mit angegeben,

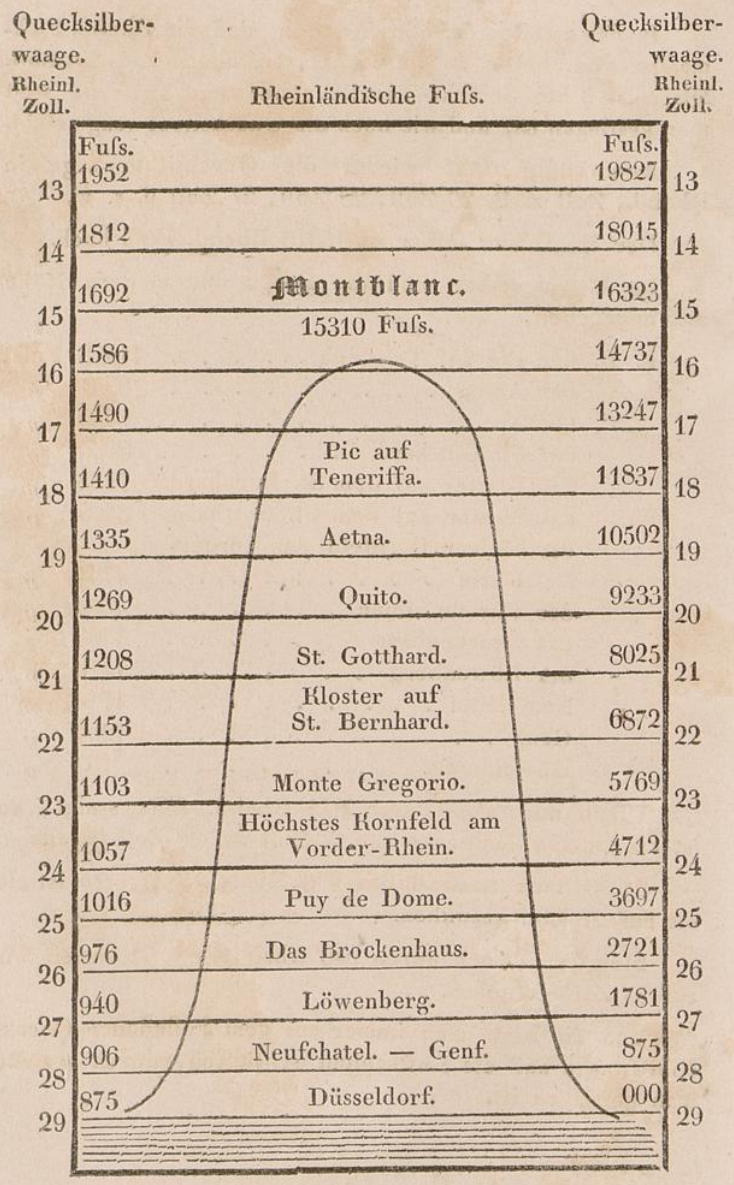
z. B.	der Pic auf Teneriffa	11598	Fuſs,
	der Aetna	10831	„
	Quito	9255	„
	der St. Gotthard	8886	„
	das Kloster auf dem St. Bernhard	7938	„
	das Kloster auf dem St. Gotthard	6665	„
	das höchste Kornfeld am Vorder-Rhein	4761	„
	der Puy de Dome	4699	„
	das Brockenhaus	3760	„
	der Löwenberg	1470	„
	Neufchatel	1394	„
	Genf	1294	„
	Düsseldorf	103	„

Wenn man also durch 875 Rheinl. Fuſs steigt, so ist die Quecksilberwaage von 29 Zoll auf 28 Zoll gesunken.

Steigt man noch durch 906 Rheinl. Fuſs, so ist sie bis auf 27 Zoll gesunken.

Steigt man noch durch 940 Rheinl. Fuſs, so ist sie bis auf 26 Zoll gesunken.

Und so kann man immer aus dem Fallen der Quecksilberwaage auf die Luftschicht schlieſsen, durch welche man gestiegen ist.



9.

Schicht-Tabelle für Rheinl. Linien.

Aber auf Zoll würde eine Tabelle noch wenig genau sein. Wir wollen sie daher auf Linien berechnen.

Auf den Zoll begehen wir einen Fehler von 54 zu 1.

Auf die Linie begehen wir einen Fehler von 654 zu 1.

So wie wir im Vorigen die Höhe von 29 Luftschichten berechneten, welche ein Zoll Queksilber das Gleichgewicht halten, so können wir ebenfalls die Höhe von 348 solcher Schichten berechnen, wovon jede $\frac{1}{12}$ Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält.

Da eine Luftsäule von 25380 Rheinl. Fuſs eben so viel wiegt, als eine Quecksilbersäule von 29 Rheinl. Zoll, so wiegt eine Luftsäule von 73 Rheinl. Fuſs so viel, wie eine Quecksilbersäule von ein zwölftel Zoll.

Die Tafel Nro. 2. enthält 36 Luftschichten, die alle ein gleiches Gewicht haben, nämlich das von einer Quecksilbersäule von ein zwölftel Rheinl. Zoll.

Sie ist so berechnet wie die vorige, und es bedarf daher keine Erklärung.

Man hat in Spalte 4 die Zahl 10502 mit $\frac{1}{347}$ dividirt, und 30 gefunden. Diese werden jetzt zu 10502 addirt, und man findet 10532. Dann hat man 10532 mit $\frac{1}{346}$ dividirt, und 30 gefunden. Werden diese jetzt zu 10532 addirt, so findet man 10562 u. s. w.

Die Länge der Luftsäule in Spalte 5 findet man dadurch, daſs die Zahl 25380 mit 348 dividirt wird, wo man dann 73 Fuſs bekommt.

Tafel II. für Rheinl. Linien.

(Für ein zwölftel Zoll Quecksilber-Höhe.)

1	2	3	4	5	6
Namen der Stationen.	Stand d. Quecksilberwaage, in Linien.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule, die $\frac{1}{12}$ Zoll Quecksilb. das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen. Fuss.
1	348	$\frac{1}{348}$	10502 mal	73	0
2	47	$\frac{1}{347}$	10532 „	73	73
3	46	$\frac{1}{346}$	10562 „	73	146
4	45	$\frac{1}{345}$	10593 „	73	219
5	44	$\frac{1}{344}$	10624 „	74	292
6	43	$\frac{1}{343}$	10655 „	74	365
7	42	$\frac{1}{342}$	10686 „	74	439
8	41	$\frac{1}{341}$	10717 „	74	513
9	40	$\frac{1}{340}$	10749 „	75	587
10	39	$\frac{1}{339}$	10781 „	75	661
11	38	$\frac{1}{338}$	10813 „	75	736
12	37	$\frac{1}{337}$	10845 „	75	811
13	336	$\frac{1}{336}$	10877 „	75	886
14	35	$\frac{1}{335}$	10910 „	76	961
15	34	$\frac{1}{334}$	10943 „	76	1036
16	33	$\frac{1}{333}$	10976 „	76	1112
17	32	$\frac{1}{332}$	11009 „	76	1188
18	31	$\frac{1}{331}$	11042 „	77	1264
19	30	$\frac{1}{330}$	11076 „	77	1340
20	29	$\frac{1}{329}$	11110 „	77	1417
21	28	$\frac{1}{328}$	11144 „	77	1494
22	27	$\frac{1}{327}$	11178 „	77	1571
23	26	$\frac{1}{326}$	11212 „	78	1648
24	25	$\frac{1}{325}$	11247 „	78	1725
25	324	$\frac{1}{324}$	11282 „	78	1803
26	23	$\frac{1}{323}$	11317 „	78	1881
27	22	$\frac{1}{322}$	11352 „	79	1959
28	21	$\frac{1}{321}$	11387 „	79	2038
29	20	$\frac{1}{320}$	11422 „	79	2117
30	19	$\frac{1}{319}$	11458 „	80	2196
31	18	$\frac{1}{318}$	11494 „	80	2276
32	17	$\frac{1}{317}$	11530 „	80	2356
33	16	$\frac{1}{316}$	11566 „	80	2436
34	15	$\frac{1}{315}$	11602 „	81	2516
35	14	$\frac{1}{314}$	11639 „	81	2597
36	13	$\frac{1}{313}$	11676 „	81	2678

Man kann schon die Berghöhen mit diesen Schichttafeln berechnen.

Unten zu Königswinter stände die Quecksilber-Waage auf . . . . . 344 Linien
und oben auf dem Löwenberg stände sie . . . . 326 Linien
die Wärme wäre auf dem Gefrierpunkt, so hat man folgendes:

oben 326 Linien	=	1648	Fuſs.
unten 344 Linien	=	292	Fuſs.
Höhenunterschied zwischen Königswinter und dem Löwenberg	=	1356	Fuſs.

10.

Zeichnung des Löwenbergs.

Der Löwenberg ist 1472 rheinl. Fuſs über der Oberfläche der See. Er ist zehnmal kleiner wie der Montblanc. Gibt man ihm einen zehnmal gröſsern Maaſsstab, so verwandeln sich die Zoll in zwölftheilige Linien, und alles übrige bleibt ungeändert.

Wenn der Löwenberg 1472 Fuſs über der See ist, so ist die Kirche im Odenspich . . . . . 1305 Fuſs.

Die Agathen Kapelle	1184	»
Die hohe Warthe	1180	»
Der Drachenfels	1056	»
Die Kirche zu Hückeswagen	931	»
Der Lachersee	891	»
Die Kirche in Solingen	636	»
Die Kirche in Elberfeld	439	»
Der Garten der Abtei Siegburg . . .	414	»
Königswinter	175	»
Düsseldorf	103	»

Die Kohlenzeche Saelzer ist 6 Fuſs unter der See.
Die Kohlenzeche Wiesche 207 Fuſs unter der See.

Quecksilber-waage. Rheinl. Lin.	Rheinländische Fuss.		Quecksilber-waage. Rheinl. Lin.
	Fuss.		Fuss.
325	78		1725	325
26	78		1648	26
27	77	Löwenberg.	1571	27
		1472 Fuss.	
28	77		1494	28
29	77		1417	29
30	77		1340	30
31	77	Kirche im Odenspich.	1264	31
32	76	Agathen-Capelle.	1188	32
33	76		1112	33
34	76	Die hohe Warthe.	1036	34
35	76	Der Drachenfels.	961	35
336	75	Der Lacher-See.	886	336
37	75	Die Kirche zu Hückeswagen.	811	37
38	75		736	38
39	75	Die Kirche in Solingen.	661	39
40	75		587	40
41	74		513	41
42	74	Die Kirche in Elberfeld.	439	42
43	74	Die Abtei Siegburg.	365	43
44	74		292	44
45	73		219	45
46	73	Königswinter.	146	46
47	73	Düsseldorf.	73	47
348	73	Die Kohlenzeche Saelzer.	00	348

Die Kohlenzeche Wiesche 207 Fuss.

11.

Die Messung mit der Quecksilberwaage kann bei Bergen von 1000 Fuſs um $\frac{1}{100}$ genau sein. Der Fehler des Ablesens macht eine gröſsere Genauigkeit unsicher.

Bei den Bergen von 5000 Fuſs hann die Genauigkeit auf $\frac{1}{300}$ gehen, wie dieses beim Monte Gregorio der Fall war. Die Genauigkeit der Quecksilberwaage beträgt $\frac{1}{54}$ auf Zoll. Auf zwölftel Zoll beträgt sie $\frac{1}{654}$. Diese Genauigkeit der Tafeln kann genügen, wenn von einzelnen Beobachtungen die Rede ist.

Die Messungen für's Kataster sind ebenfalls bis auf 1 Procent genau.

Aber wenn von mehrern die Rede ist, wie z. B. beim Monte Gregorio, wo der Berg an 10 verschiedenen Tagen gemessen wurde, und wo die Genauigkeit auf $\frac{1}{2500}$ Theile ging, da kann diese Genauigkeit nicht mehr genügen.

Statt daſs wir sonst auf Linien berechneten, berechnen wir jetzt auf zehntel Linien, und die Genauigkeit geht bis auf $\frac{1}{6540}$.

Unsere Schicht-Tafeln beruhen auf die Voraussetzung, daſs die Luft in jeder Schicht oben nicht merklich dünner sei, wie unten, eine Voraussetzung, die nur wenig von der Wahrheit abweicht, wenn man die Schichten sehr dünne annimmt.

Wir haben sie zu 7 Fuſs angenommen, wo sie nur $\frac{1}{10}$ Linie das Gleichgewicht halten, und es ist an sich klar, daſs in einer so dünnen Luftschicht die Luft am untern Ende nicht merklich dichter und schwerer sei, als an ihrem obern. Auch ist der Fehler, der aus dieser Annahme entsteht, so geringe, daſs er bei einem Berge von 6540 Fuſs nur 1 Fuſs betragen kann.

Man sieht aus diesen Zahlen, daſs man der Genauigkeit wegen, nie nöthig gehabt, die Schichttabellen zu verlassen.

Dann scheint die Natur des Quecksilbers eine kleine Verschiedenheit in ihrem Gewicht zu haben.

Fourcroy giebt das Gewicht zu 13,57 bis 13,60 an, das des Wassers gleich 1 gesetzt.

Biot und Arago geben das Gewicht des Quecksilbers zu 1359 bis 1360 an. Wenn man auch diese Angabe als die richtigere gebrauchen will, weil in Fourcroy seiner ein Fehler ist, so ist auf 1359 Pfund noch 1 Pfund Fehler, da man nicht weifs, ob es zu 1359 Pfund oder zu 1360 Pfund gehört, das des Wassers gleich 1 gesetzt.

12.

Schicht-Tabelle von ein zehntel Linie.

So wie wir im Vorigen die Höhen von 348 Luftschichten berechneten, welche ein zöwlftel Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hielten, so können wir ebenfalls die Höhen von 3480 zehntel Linien durch solche Luftschichten berechnen, wovon jede $\frac{1}{10}$ Linie das Gleichgewicht hält. Da eine Luftsäule von 25380 Rheinl. Fufs eben so viel wiegt, wie eine Quecksilbersäule von 29 Zoll, so wiegt eine von 7,3 Fufs so viel, wie eine Quecksilbersäule von ein zehntel Linie.

Die Tafeln werden nun immer weitläufiger, und wenn Tafel 2 eine Länge von 36 Luftschichten enthält, die 3 Zoll Quecksilber tragen, so bekommt Tafel 3 nicht mehr als 3 Linien Quecksilber-Höhe, die ihr das Gleichgewicht halten.

Uebrigens ist sie so berechnet wie die vorige, und es bedarf defshalb keine Erklärung.

In Spalte 4 wird jedesmal 3 zum Vorigen addirt, und so hat man zu 10502,0; 3 addirt, um 10505 zu finden, welche das Gewicht der Luft für $\frac{1}{3479}$ ist.

In Spalte 5 hat man 2 auf tausend Theile Fufs hinzugenommen,und so aus 7,293; 7,295 gefunden; 2 ist der Unterschied, wenn man mit $\frac{1}{3479}$ dividirt.

Tafel III. für ein zehntel Rheinl. Linie.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Namen der Stationen.	Stand der Quecksilberwaage in Linien.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule, die Einzehntel Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen.
1	3480	$\frac{1}{3480}$	10502,0 mal	7,293	0,000
2	79	$\frac{1}{3479}$	10505,0	7,295	7,293
3	78	$\frac{1}{3478}$	10508,0	7,297	14,588
4	77	$\frac{1}{3477}$	10511,0	7,299	21,885
5	76	$\frac{1}{3476}$	10514,0	7,301	29,184
6	75	$\frac{1}{3475}$	10517,0	7,303	36,485
7	74	$\frac{1}{3474}$	10520,0	7,305	43,788
8	73	$\frac{1}{3473}$	10523,0	7,307	51,093
9	72	$\frac{1}{3472}$	10526,0	7,309	58,400
10	71	$\frac{1}{3471}$	10529,0	7,311	65,709
11	3470	$\frac{1}{3470}$	10532,0	7,314	73,020
12	69	$\frac{1}{3469}$	10535,0	7,316	80,334
13	68	$\frac{1}{3468}$	10538,0	7,318	87,650
14	67	$\frac{1}{3467}$	10541,0	7,320	94,968
15	66	$\frac{1}{3466}$	10544,0	7,322	102,288
16	65	$\frac{1}{3465}$	10547,0	7,324	109,610
17	64	$\frac{1}{3464}$	10550,0	7,326	116,934
18	63	$\frac{1}{3463}$	10553,0	7,328	124,260
19	62	$\frac{1}{3462}$	10556,0	7,330	131,588
20	61	$\frac{1}{3461}$	10559,0	7,332	138,918
21	3460	$\frac{1}{3460}$	10562,0	7,335	146,250
22	59	$\frac{1}{3459}$	10565,0	7,337	153,585
23	58	$\frac{1}{3458}$	10568,0	7,339	160,922
24	57	$\frac{1}{3457}$	10571,0	7,341	168,261
25	56	$\frac{1}{3456}$	10574,0	7,343	175,602
26	55	$\frac{1}{3455}$	10577,0	7,345	182,945
27	54	$\frac{1}{3454}$	10580,0	7,347	190,290
28	53	$\frac{1}{3453}$	10583,0	7,349	197,637
29	52	$\frac{1}{3452}$	10586,0	7,351	204,986
30	51	$\frac{1}{3451}$	10589,0	7,354	212,337

13.

Die Schicht-Tafeln bei der Quecksilberwaage geben zuletzt 7 Fuſs Höhe der Quecksilberwaage, und man kann sie schon im Hause gebrauchen. Mein Haus ist z. B. 40 Fuſs hoch von der Erde bis ans Dach. Wenn ich daher die Quecksilberwaage aufhänge, so zeigt mir diese von oben und unten einen Unterschied von 40 Fuſs. Noch höher ist sie in Kirchthürmen. Ich habe in Hamburg den groſsen St. Michaelis-Thurm gemessen, der 417 Rheinl. Fuſs hoch ist. Ich hatte oben eine Höhe von 344 Rheinl. Fuſs. Ich werde dieses bei der Englischen Quecksilberwaage angeben, denn ich hatte Englisches Maaſs.

Ich habe die Schicht-Tabelle mit 360 Linien angefangen, da es gleich gilt, ob man sie mit 29 oder mit 30 Zoll anfängt, da die Grundzahl 25380 Fuſs beständig ist. Auch geht die Quecksilberwaage, wenn sie bei ihrem höchsten Stand ist, auf 30 rheinl. Zoll; denn in Deutschland ist der höchste und tiefste Stand der Quecksilberwaage an der See ungefähr 2 Zoll.

Ich habe zur Grundzahl 25345 angenommen. Dieses ist bei 28,98 Rheinl. Zoll, wo die Quecksilberwaage 10495 mal schwerer ist als die Luft, gerade wie beim Pariser Maaſs.

Ich habe 4 Dezimalstellen mitgenommen, weil es eine kleine Mühe ist, ob man 3 oder 4 Dezimalstellen hat.

Man sieht am besten solches an einem Beispiele.

$$\frac{25345 \text{ rheinl. Fuſs}}{3600 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}0403 \text{ rheinl. Fuſs.}$$

$$\frac{25345 \text{ rheinl. Fuſs}}{3540 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}1596 \text{ rheinl. Fuſs.}$$

$$\frac{25345 \text{ rheinl. Fuſs}}{3480 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}2830 \text{ rheinl. Fuſs.}$$

$$\frac{25345 \text{ rheinl. Fuſs}}{3420 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}4108 \text{ rheinl. Fuſs u. s. w.}$$

7,0403 } 7,1596 }	Fuſs.	7,2830 } 7,4108 }	Fuſs.
0,1193	Fuſs.	0,1278	Fuſs.
7,1596 } 7,2830 }	Fuſs.	7,4108 } 7,5431 }	Fuſs.
0,1234	Fuſs.	0,1323	Fuſs. u. s. w.

Unterschiede.

0,1193 × 2 : 12 = 0,0020 Fuſs.
0,1234 × 2 : 12 = 0,0021 Fuſs.
0,1278 × 2 : 12 = 0,0021 Fuſs.
0,1323 × 2 : 12 = 0,0022 Fuſs. u. s. w.

$$\frac{25345 \text{ rheinl. Fuſs}}{3600 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}0403 \text{ rheinl. Fuſs.}$$

Quecksilher-Waage. Linien.	30 Zoll = 360 Linien. Fuss.	Unterschied in Fuss.	Summe in Fuss.
3600	7,0403	0,0020	0,0
3599	7,0423		7,0
98	7,0443		14,0
97	7,0463		21,1
96	7,0483		28,1
95	7,0503		35,2
94	7,0523		42,2
93	7,0543		49,3
92	7,0563		56,3
91	7,0583		63,4
3590	7,0603	0,0020	70,4930
89	7,0623		77,5
88	7,0643		84,6
87	7,0663		91,6
86	7,0683		98,7
85	7,0703		105,8
84	7,0723		112,8
83	7,0743		119,9
82	7,0763		127,0
81	7,0783		134,1

u. s. w.

Auf diese Weise ist die Spalte berechnet worden, die in den Tafeln die Aufschrift hat: »Höhe der einzelnen Luftschichten.«

Sie ist in der vorigen Tafel die zweite.

Die vierte, welche die Summe aller einzelnen Höhen enthält, ist durch Addiren der zweiten entstanden. Bei dieser sind ebenfalls 4 Dezimalstellen mit durchgeführt worden, da es wenig Mühe macht, ob man eine Dezimalstelle mehr oder weniger hat.

Sobald ein halber Zoll fertig war, wurde mit natürlichen Logarithmen die Endzahl untersucht, ob kein Fehler in ihr wäre, und erst, wenn diese Untersuchung vollendet, wurde er eingeschrieben. Die Rechnung geschah auf 3 Schiefer-Tafeln.

Was nun den Fleifs des Rechners betrifft, so mufs ich bemerken, dafs schon 3 bis 4 Zoll in einem Tage gerechnet wurden, und zu Zeiten sogar 5. Diejenigen, welche defswegen die Logarithmen bei ihren Messungen mit der Quecksilberwaage vorzogen, weil diese bereits berechnet wären, die Schichttabelle aber noch berechnet werden müfste, diese haben offenbar nicht gewufst, wie klein die Arbeit sei, welche eine solche Tabelle verursacht. Höchstens 4 bis 6 Tage. Jede Schicht-Tafel nimmt als Handschrift ungefähr 10 Bogen ein.

Ich will als Beispiel 18 Zoll mit Logarithmen berechnen.

Log. 360 =	5,88610	25345 rheinl. Fufs.
Log. 144 =	4,96981	0,91629
	0,91629.	23223 rheinl. Fufs.

Schichttafeln geben 23222 rheinl. Fufs.

Eigentlich müfsten 3 Fufs Unterschied sein, zwischen den Schicht-Tafeln und den Logarithmen. Aber das thut die letzte Dezimale, die zu Zeiten etwas zu grofs, und zu Zeiten etwas zu klein ist.

Dieses ist der Unterschied zwischen den Logarithmen und der Schichtmethode.

14.

Abkürzung beim Druck.

Zuerst werden die Dezimal-Theile weggelassen, obschon sie in der Rechnung mit angeführt werden.

Dann zweitens besteht beim Druck eine bedeutende Abkürzung darin, dafs man die zehntel Linie wegläfst, und blofs die Linien anführt. Auf diese Weise nehmen die Linien 3 Seiten ein, wo hingegen die zehntel Linien 30 Seiten eingenommen hätten.

Bei 70 Fufs für eine Linie ist der Unterschied so klein, dafs man ihn nicht bemerkt, wie man dieses an einem Beispiele siehet.

Ich will wissen wie hoch die Quecksilberwaage bei 324,5 Rheinl. Linien steht, so habe ich folgendes:

Bei 324	Linien	=	2670 Fufs.
Bei 0,5	Linien	=	÷ 39 Fufs.
324,5	Linien	=	2631 Fufs.

Die Rechnung mit der Quecksilberwaage gibt dasselbe, nämlich für 324,5 Linien = 2631 Fufs.

Drittens werden auch bei der Quecksilberwaage häufig noch hundert Theile der Linie angegeben, und obschon diese einzelnen nicht beobachtet werden können, so ist, wenn man zwei zusammennimmt, also $\frac{1}{50}$ Linie, eine Gröfse, die man beobachten kann.

Wir nehmen wieder das vorige Beispiel.

Ich will wissen wie hoch die Quecksilberwaage bei 324,53 Linien stehe, so habe ich folgendes:

Bei 324	Linien	=	2670 Fufs.
Bei 0,53	Linien	=	÷ 41 Fufs.
324,53	Linien	=	2629 Fufs.

79
53
237
395
41,87

Die zehntel und hundert Theile der Linie werden mit der Höhe der Luftschichten multiplizirt, hier z. B. mit 79 Fufs, und dann werden zwei Zahlen abgeschnitten.

Das ist ein grofser Vortheil, dafs man die zehntel und hundert Theile der Linie ge-

rade so aus den Tafeln nimmt, mit einer einfachen Multiplication.

Wollte man sie aus den Tafeln nehmen, so müfste man sie 150 Seiten grofs machen, dann aber könnte man auch sie geradezu aus den Tafeln nehmen und ohne alle Multiplication.

150 Seiten ist schon ein artiges Buch. Und diese 150 Seiten müfste man dreimal haben, nämlich: für Pariser, für Rheinländer und für Englische Zoll.

15.

Die Messung des Monte Gregorio.

Wir können jetzt das Höhenmessen an einem Beispiele zeigen, und wir nehmen dazu den Monte Gregorio, der im October 1809 von d'Aubuisson gemessen wurde, und zwar die Messung vom 1. October.

Die Wärme des Quecksilbers.

Dulong und Petit haben die Wärme des Quecksilbers im Jahre 1818 für 1° R. zu $\frac{1}{4440}$ bestimmt. Diese wird bei den folgenden Rechnungen angenommen, und ist etwas anders als Lavoisier und La Place angenommen hatten. Diese fanden nur $\frac{1}{4430}$ für 1° R. Die Bestimmung von Dulong und Petit ist wohl äufserst genau und sie erhielten vom National-Institut den Preis.

Herr d'Aubuisson hatte 2 Wärmemesser, einer der ihm die Wärme des Quecksilbers angab, und der andere, welcher ihm die Wärme der Luft angab. Dieser letztere hing 12 Fufs von der Erde an einer aufgeflickten Pappel.

		Stand der Quecksilberwaage.	
October	Druck der Luft.	des Quecksilbers.	der Luft.
1809.	339,07 Linien.	17°,4 R.	14°,8 R.
1.	275,81 Linien.	7°,5 R.	5°,8 R.
		Mittlere Wärme . .	10°,3 R.

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 10°3 R. Nämlich:

17°4 R. ÷ 10°3 R. = 7°1 R.
und 10°3 R. ÷ 7°5 R. = 2°8 R.

	339,07	Linien
Für 7°1 R. Untersch. nach Taf. 1.	÷ 0,52	Linien
	338,55	Linien bei 10°3 R.
	275,81	Linien
Für 2°8 R. Untersch. nach Taf. 1.	+ 0,17	Linien
	275,98	Linien bei 10°3 R.
unten	338,55	Linien bei 10°3 R.
oben	÷ 275,98	Linien bei 10°3 R.
Unterschied	62,57	Linien bei 10°3 R.

Diese 62,57 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 10°3 R. Wärme einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, die ebenfalls eine mittlere Wärme von 10°3 R. hatte.

Der Nullpunkt von diesem Wärmemesser liegt immer der mittleren Wärme gegenüber, die der Luft-Wärmemesser zeigt. Hier ist z. B. ihr Null bei 10°3 R. und wird zu der obern Quecksilberwaage hinzugefügt, und von der untern Quecksilberwaage weggelassen.

Der Wärmemesser bei der Quecksilberwaage macht die Tafel Nro. 1. aus, und hat die Ueberschrift: Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

$\frac{1}{4440}$ thun 324 Linien, was thun 10° R.?

Antwort: 0,73 Linien.

16.

Die Schicht-Tabelle.

Biot und Arago haben gefunden, dafs das Quecksilber 10495mal schwerer ist, als die Luft bei 28 Zoll der Quecksilberwaage, beim Gefrirpunkte, am Ufer der See, und auf dem 45° der Breite.

Hiernach ist die Schicht-Tabelle berechnet, und zwar von 360 Linien bis auf 156 Linien. Sie hat die Ueberschrift: »Luftschichten durch welche man in die Höhe gestiegen ist.«

Die Schicht-Tabelle ist für 0° R. berechnet, wo eine Luftsäule von 25345 Fuſs eben so schwer ist, wie eine Quecksilbersäule von 28,98 Zoll die ihr das Gleichgewicht hält.

Wir nehmen wieder das vorige Beispiel.

Für 275 Lin. giebt Tafel 2 = 6826 Fuſs
Für 0,98 » » » 2 ÷ 90
275,98 Linien . . . . . 6736 Fuſs.

92
98
736
828
90,16

Für 338 Lin. giebt Tafel 2 = 1598 Fſs.
Für 0,55 » » » 2 ÷ 41
338,55 Linien . . . . . ÷ 1557 Fuſs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied = 5179 Fuſs.

75
55
375
375
41,25

17.

Die mittlere Wärme des Quecksilbers.

Lambert uud Gay Lussac haben gefunden, daſs die Luft sich um jeden Grad Wärme, um $\frac{1}{213,3}$ ausdehne.

Hier ist z. B. 10°,3 R. oder $\frac{10,3}{213,3} + \frac{10,3}{4440} \div \frac{10,3}{4440}$. Und da sich + und ÷ aufhebt, so hat man $\frac{10,3}{213,3}$ für die Wärme der Luft.

$\frac{1}{213,3}$ thun 10°, was thun 5000 Fuſs?
Antwort: 234 Fuſs.

$\frac{1}{213,3}$ thun 10°, was thun 100 Fuſs?
Antwort: 5 Fuſs.

$\frac{1}{213,3}$ thun 10°, was thun 79 Fuſs?
Antwort: 4 Fuſs.

$\frac{1}{213,3}$ thun 0°,3, was thun 5179 Fuſs?
Antwort: 7 Fuſs.

Nach dieser ist dann die Wärme-Tafel für 30° berechnet, und zwar für 1000, 2000, 3000 Fuſs u. s. w.

Unverbesserter Höhen-Unterschied 5179 Fuſs.

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 5000 Fuſs	und 10°	R. =	234	
Für 100 »	und 10°	R. =	5	
Für 79 »	und 10°	R. =	4	
Für 5179 »	bei 0°,3	R. =	7	
			=	250 Fuſs.

Verbesserung mit der Wärme der Luft . . . = 5429 Fuſs.

Diese drei Tafeln enthalten die Haupt-Berichtigungen, welche beim Höhenmessen mit der Quecksilberwaage vorkommen. Die anderen Berichtigungen sind nur klein.

18.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Die vierte Berichtigung ist die wegen der Feuchtigkeit der Luft.

D'Aubuisson hat den Meſs-Apparat nicht mit einem Feuchtigkeitsmesser vermehrt. Dieses schien ihm überflüssig. Er gebrauchte die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft, die sie in Genf hat, und berechnete sie in folgendem Maaſse für 10000 Fuſs.

Im Januar	17 Fuſs.	Im Juli	48 Fuſs.
» Februar . . .	18 »	» August	48 »
» März	20 »	» September . .	40 »
» April	24 »	» October . . .	27 »
» Mai	35 »	» November . .	24 »
» Juni	41 »	» Dezember . .	18 »

Das ganze Jahr hindurch beträgt diese = 30 Fuſs.

Also Verbesserung wegen der Wärme der Luft 5429 Fuſs.
Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . + 15 Fuſs.
Verbesserung wegen der Wärme der Luft und der Feuchtigkeit . . . . . 5444 Fuſs.

Das Gewicht der Wasserdämpfe ist nur 0,62 von dem Gewichte der trocknen Luft, und daher kömmt es, daſs feuchte Luft immer leichter ist, als trockne.

Der Einfluſs, den die Feuchtigkeit hat, ist gering, wenn man ihn mit der Höhe des Berges vergleicht, hier z. B. 4 rheinl. Fuſs bei einem Berge der 5444 Fuſs hoch ist.

18.

Berichtigung der Schwere in Hinsicht der geographischen Breite.

Wir haben oben gesehen, daſs die Luft am Ufer der See, und unter dem 45° der Breite zu 25345 Fuſs abgewogen ist für 28,98 rheinl. Zoll.

Am Aequator ist natürlich die Schwere geringer, als auf dem 45° der Breite, theils wegen des gröſseren Schwunges, theils wegen der gröſseren Entfernung vom Erd-Mittelpunkte.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.
0°	+ 28 Ffs.	45°	÷ 0 Ffs.
5	27	50	5
10	26	55	10
15	24	60	14
20	21	65	18
25	18	70	21
30	14	75	24
35	10	80	26
40	5	85	27
45	0	90	28

Der Monte Gregorio liegt auf dem 45° der Breite, und der Einfluſs einer Verminderung der Schwere ist gleich Null.

20.

Berichtigung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Die Schwere nimmt ebenfalls in senkrechter Richtung ab, und wenn man das Gewicht der Luft zu $\frac{1}{10495}$ setzt, so wird hierunter trockne Luft verstanden, welche unter dem 45° der Breite, am Ufer der See abgewogen ist, als die Quecksilberwaage auf 28 paris. Zoll stand, und der Wärmemesser auf 0 Grad.

Folgende Tafel zeigt die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Höhe	Schwere-Abnahme
für 1000 Fuſs	0,00010 Fuſs.
2000	20
3000	30
4000	41
5000	51
6000	0,00061
7000	71
8000	82
9000	92
10000	102
11000	0,00112
12000	122
13000	132
14000	142
15000	152
16000	0,00163
17000	173
18000	184
19000	194
20000	204

Die Abnahme der Schwere hat in senkrechter Richtung einen doppelten Einflufs aufs Höhenmessen mit der Quecksilberwaage.

1.) Sind die obern Luftschichten dünner, als sie sein würden, wenn keine Schwere-Abnahme da wäre. Bei einer Luftsäule von 12000 Fufs ist die Anziehungskraft oben um 0,00122 kleiner als unten, also die Luft wegen dieses Umstandes um so viel dünner. Die mittlere Anziehungskraft der ganzen Luftsäule ist nur 0,00061 kleiner als unten. Dieses auf 12000 Fufs multiplizirt giebt 7,3 Fufs Verbesserung.

2.) Zugleich ist bei der Messung auf der Spitze des Berges das Quecksilber in der Quecksilberwaage leichter, als es am Fufse desselben war, eben weil die Schwere abnimmt.

Da aber die Quecksilberwaage eine Waage ist, auf der der Druck der Luft gegen Quecksilber abgewogen wird, bei gleicher Wärme und bei gleicher Schwere, so mufs man die Beobachtung auf der Spitze des Berges auf die Schwere an der See zurückführen. Bei einem Berge von 12000 Fufs ist die Schwere oben 0,00122 geringer. Das Quecksilber steht noch auf 17 Zoll, ist also um 0,00122 Zoll oder um 0,02 Zoll leichter als an der See, d. h. eine Quecksilbersäule von 17 Zoll auf dem Berge drückt nicht schwerer, als eine von 16,98 Zoll an der See. Man mufs daher den obern Stand der Quecksilberwaage auf die Schwere am Ufer der See zurückführen, ehe man sie von einander abzieht. Ist dieses geschehen, so ist der Unterschied zwischen ihnen die Quecksilbersäule, welche der Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, bei gleichem Wärmegrad und bei gleicher Schwere.

Statt dafs man die 0,02 Zoll abzieht, um sie auf die Länge von 16,98 Zoll zu bringen, so kann man auch berechnen, wie viel diese 0,02 Zoll in Fufs betragen.

Bei 12,000 Fufs Höhe betragen 0,02 Zoll Fallen des Quecksilbers 30 Fufs Steigung.

Man hat also:

Erste Verbesserung, wegen des Dünnewerdens der Luft bei der Abnahme der Schwere 7,3 Fuſs.

Zweite Verbesserung, wegen des Leichterwerdens des Quecksilbers . . . . . 30,0 Fuſs.

Berichtigung für 12000 Fuſs Höhe . . = 37,3 Fuſs.

In folgender Tafel findet man diese Berichtigung für alle Berghöhen bis 20,000 Fuſs.

Verbesserung wegen der Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Berghöhe.	Verbesserung wegen der Luftschichten.	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
1000 Fſs.	+ 0,1 Fſs.	+ 2,4 Fſs.	+ 2,5 Fſs.
2000	0,2	4,7	4,9
3000	0,5	7,5	8,0
4000	0,8	8,8	10,6
5000	1,3	12,9	14,2
6000	1,8	16,0	17,8
7000	2,5	18,0	20,5
8000	3,3	21,0	24,3
9000	4,1	23,2	27,3
10000	5,1	25,0	30,1
11000	6,2	27,3	33,5
12000	7,3	30,0	37,3
13000	8,6	32,4	41,0
14000	9,9	34,6	44,5
15000	11,4	37,1	48,5
16000	13,1	39,9	53,0
17000	14,8	42,4	57,2
18000	16,6	44,9	61,5
19000	18,4	47,3	65,6
20000	20,4	50,0	70,4

Wir haben also Höhen-Unterschied 5444 Fuſs.

Tafel 6. Wegen Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung . . . . + 15 Fuſs

Also beide zusammen = 5459 Fuſs.

21.

Einflufs der Dalton'schen Theorie.

Die Dalton'sche Theorie hat einen Einflufs, der so grofs ist, wie der der Schwere, allein mit dem entgegengesetzten Zeichen. Auf 10000 Fufs beträgt er 18 Fufs.

Ich werde von ihm umständlich im fünften Abschnitte reden.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fufs.	Unterschied in Fufs.	Höhe über der See in Fufs.	Unterschied in Fufs.
1000	÷ 2,8 Ffs.	11000	÷ 19,0 Ffs.
2000	5,1	12000	19,5
3000	7,7	13000	19,6
4000	10,1	14000	20,0
5000	11,6	15000	20,0
6000	÷ 13,7 Ffs.	16000	÷ 19,7 Ffs.
7000	15,1	17000	19,1
8000	16,1	18000	18,6
9000	17,5	19000	17,5
10000	18,2	20000	16,9

Die Höhe des Monte Gregorio ist demnach . . 5459 Fufs.
Die Dalton'sche Theorie giebt . . . . ÷ 13 Fufs.

Also die Messung mit der Quecksilberwaage = 5446 Fufs.
Die geometrische Messung gab . . . . . 5443 Fufs.

Also Unterschied 3 Fufs.

21.

Messung des Monte Gregorio mit der Quecksilberwaage, am 1. October 1809.

Breite 45°.

Wir wollen jetzt den Monte Gregorio an einem Beispiele berechnen, und zwar im Rheinländischen Fufsmaafse.

October	Druck der Luft.	Stand der Quecksilberwaage. des Quecksilbers.	der Luft.
1809.	339,07 Linien.	17°,4 R.	14°,8 R.
1.	275,81 Linien.	7°,5 R.	5°,8 R.
		Mittlere Wärme	10°,3 R.

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gabracht werden, auf 10°,3 R. Nämlich:

17°,4 R. ÷ 10°,3 R. = 7°,1 R.
und 10°,3 R. ÷ 7°,5 R. = 2°,8 R.

	339,07	Linien
Für 7°,1 R. Untersch. nach Taf. 1.	÷ 0,52	Linien
	338,55	Linien bei 10°,3 R.
	275,81	Linien
Für 2°,8 R. Untersch. nach Taf. 1.	+ 0,17	Linien
	275,98	Linien bei 10°,3 R.
unten	338,55	Linien bei 10°,3 R.
oben	÷ 275,98	Linien bei 10°,3 R.
Unterschied	62,57	Linien bei 10°,3 R.

Diese 62,57 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 10°,3 R. einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls eine mittlere Wärme von 10°,3 R. hatte.

Jetzt fängt die Berechnung mit der Schicht-Tafel an.

Für 275 Lin. giebt Tafel 2 = 6826 Ffs.
Für 0,98 » » » 2 ÷ 90 Ffs.
275,98 Linien . . . . . = 6736 Ffs.

92
98
732
828
90,16

Für 338 Lin. giebt Taf. 2 = 1598 Ffs.
Für 0,55 » » » 2 ÷ 41 Ffs.
338,55 Linien . . . . . = ÷ 1557 Ffs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied = 5179 rh. Ffs.

75
55
375
375
41,25

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 5000 Fufs und 10° R. = 234
100 Fufs und 10° R. = 5
79 Fufs und 10° R. = 4
Für 5179 Fufs bei 0°,3 R. = 7
250 rh. Lin.

Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . . 15 Fufs.
Tafel 5. Wegen der Schwere unterm 45° der Br. 0 Fufs.
Tafel 6. Wegen der Schwere in senkrechter Richtung . . . . . 15 Fufs.
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie ÷ 13 Fufs.
Höhenmessung mit der Quecksilberwaage 5446 rh. Ffs.
Die geometrische Messung gab . . . . . 5443 rh. Ffs.
Unterschied = 3 rh. Ffs.

Die geometrische Messung giebt 5259 pariser Fufs.
5000 pariser Fufs sind = 5175 rheinl. Fufs.
200 » » » = 207 » »
50 » » » = 52 » »
9 » » » = 9 » »
5259 pariser Fufs sind = 5443 rheinl. Fufs.

23.

Messung des Pic du Midi mit der Quecksilber-Waage, den 12. Sept. 1803.

Breite 43°.

September 1803.	Druck der Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Mittlere Wärme.
12.	339,13	18°,8 R.	20°,3 R.	14°,3 R.
	249,48	11°,8 R.	8°,3 R.	

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 14°,3 R. Nämlich:

18°,8 R. ÷ 14°,3 R. = 4°,5 R.
und 14°,3 R. ÷ 11°,8 R. = 2°,5 R.

339,13 Linien
Für 4°,5 R. Untersch. nach Taf. 1. ÷ 0,34 Linien.
338,79 Linien bei 14°,3 R.
249,48 Linien
Für 2°,5 R. Untersch. nach Taf. 1. + 0,14 Linien
249,62 Linien bei 14°,3 R.
unten 338,79 Linien bei 14°,3 R.
oben ÷ 249,62 Linien bei 14°,3 R.
Unterschied = 89,17 Linien bei 14°,3 R.

Diese 89,17 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 14°,3 R. einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls 14°,3 R. warm war.

Für 249 Lin. giebt Tafel 2 = 9344 Ffs.
Für 0,62 » » » 2 ÷ 63 Ffs.
249,62 Linien . . . . . = 9281 Ffs.

102
62
204
612
163,24

Für 338 Lin. giebt Tafel 2 = 1598 Ffs.
Für 0,79 » » » 2 ÷ 59 Ffs.
338,79 Linien . . . . . = ÷ 1539 Ffs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied = 7742 Ffs.

75
79
675
525
59,25

Unverbesserter Höhen-Unterschied = 7742

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 7000 Fuſs und 14°3 R. = 469
Für 700 Fuſs und 14°3 R. = 46
Für 42 Fuſs und 14°3 R. = 3
Für 7742 . . . . . = 518 rh. Fſs.

Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . . 32 rh. Fſs.
Tafel 5. Die Schwere unterm 43° der Breite . . 2 rh. Fſs.
Tafel 6. Die Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung . . . . . 24 rh. Fſs.
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie ÷ 15 rh. Fſs.

Die Messung mit der Quecksilberwaage 8299 rh. Fſs.
Die geometrische Messung giebt . . . . . 8325 rh. Fſs.
Unterschied = 26 rh. Fuſs.

Die geometrische Messung giebt 8044 pariser Fuſs.
8000 pariser Fuſs sind = 8280 rheinl. Fuſs.
40 » » » = 41 » »
4 » » » = 4 » »
8044 pariser Fuſs sind = 8325 rheinl. Fuſs.

24.

Messung des Montblanc in Savoyen von Herrn von Saussure, den 3. August 1787.

Breite 45 ,50 M.

Herr von Saussure beobachtete um 12 Uhr folgende Barometerstände auf dem Montblanc.

Die Quecksilberwaage stand im Zelte 198,99 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war . + 1°,2 R.
Die Wärme der freien Luft im Schatten ÷ 2°,3 R.
Der Feuchtigkeitsmesser stand . . . 81 Grad.
Die Breite des Montblanc ist . . . . 45°,50 Minuten.

Zu Genf stand im Kabinet die Quecksilberwaage . . . . . 338,59 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war . + 19°,3 R.
Die Wärme der Luft war im Schatten + 22°,6 R.
Die Höhe der Quecksilberwaage über dem Genfer See . . . . . 81 Grad.
Der Feuchtigkeitsmesser stand in Genf . . 77 Grad.
Die mittl. Wärme der Luft $\frac{22°6 \div 2°,3}{2} = 10°,15$ R.

Rechnung.

Zuerst müssen die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 10°,15 R. Nämlich:

19°,2 R. ÷ 10°,15 R. = 9° R.
und 10°,15 R. ÷ 1°,2 R. = 9°,1 R.

	338,59	Lin.
Für 9° Untersch. nach Tafel 1. =	÷ 0,69	Lin.
	337,90	Lin. bei 10°,15 R.
	198,99	Lin.
Für 9°,1 Untersch. nach Taf. 1. =	+ 0,40	Lin. bei 10°,15 R.
	199,39	Lin.
unten	337,90	Lin. bei 10°,15 R.
oben	÷ 199,39	Lin. bei 10°,15 R.
Unterschied	138,51	Lin. bei 10°,15 R.

Diese 138,51 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 10°,15 R. Wärme einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls 10°,15 R. warm war.

Für 199 Lin. giebt Taf. 2 = 15024
Für 0,39 » » » 2 ÷ 49
199,39 Linien . . . . . = 14975 Ffs.

128
39
1172
384
49,92

Für 337 Lin. giebt Taf. 2. = 1673
Für 0,90 » » » 2. ÷ 67
337,90 Linien . . . . . = ÷ 1606 Ffs.

75
90
67,50

Unverbesserter Höhen-Unterschied . 13369 Ffs.

Unverbesserter Höhen-Unterschied 13369 rh. Ffs.

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für	9000 Fufs	und	10° R.	=	422 Fufs.
Für	4000 Fufs	und	10° R.	=	188
Für	300 Fufs	und	10° R.	=	14
Für	69 Fufs	und	10° R.	=	3
Für	13369 Fufs	u.	0°,15 R.	=	10
					637 rh. Ffs.

Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . . 64 rh. Ffs.
Tafel 5. Die Schwere unterm 45°,45 der Breite ÷ 2 rh. Ffs.
Tafel 6. Wegen der Schwere in senkr. Richtung 41 rh. Ffs.
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie . . ÷ 18 rh. Ffs.
Die Höhe des Cabinets über der See . . . . . 83 rh. Ffs.

Messung mit der Quecksilberwaage . . = 14174 rh. Ffs.
Geometrische Messung nach Tralles = 14116 rh. Ffs.

Unterschied 58 rh. Ffs.

und da noch 3 Fufs wegen der Feuchtigkeit der Luft abgehen, so bleiben 55 Fufs oder 256 des Ganzen.

Geometrische Messung von Tralles 13639 pariser Fufs.

13000	pariser Fufs	sind	gleich	13455	rheinl.	Fufs.
600	»	»	»	»	621	»	»
39	»	»	»	»	40	»	»
13639	pariser Fufs	sind	gleich	14116	rheinl.	Fufs.

25.

Rechnungs-Beispiel.

Den 4. October 1809 beobachteten Herr d'Aubuisson und Herr Mallet unten und oben auf dem Monte Gregorio folgende Stände der Quecksilberwaage:

Unten stand die Quecksilberwaage	342,93 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war	12°,9 R.
Die Wärme der Luft war	12°,4 R.
Oben stand die Quecksilberwaage	278,08 Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war	3°3, R.
Die Wärme der Luft war	1°,8 R.
Die mittlere Wärme der Luftsäule war . .	7°,1 R.

Wie grofs ist die Quecksilbersäule?
Wie grofs ist die Luftsäule?

RHEINLÄNDISCHE LINIEN.

Inhalt der Tafeln.

Nro. 1. Enthält die Berichtigungen der Wärme des Quecksilbers.

Nro. 2. Enthält die Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Nro. 3. Enthält die Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luftschichten durch die Wärme.

Nro. 4. Enthält die Berichtigung wegen der Feuchtigheit der Luftschichten.

Nro. 5. Enthält die Veränderung der Schwere, in Hinsicht der Breite.

Nro. 6. Enthält die Abnahme der Schwere, in Hinsicht der Höhe.

Nro. 7. Enthält die Dalton'sche Theorie.

Nro. 8. Enthält die Verwandlung der Pariser Fuss in Rheinländische.

Nachgesehen
von Valentin Ochsen
den 26. August 1830.

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Reaumur dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{4440}$ aus.)

Wärme.	30 Zoll oder 360 Lin.	29 Zoll oder 348 Lin.	28 Zoll oder 336 Lin.	27 Zoll oder 324 Lin.	26 Zoll oder 312 Lin.	25 Zoll oder 300 Lin.
0°,5	0,04 L.	0,04 L.	0,04 L.	0,04 L.	0,03 L.	0,03 L.
1,0	08	08	08	07	07	07
1,5	12	12	12	11	10	10
2,0	16	16	15	15	14	13
2,5	20	20	19	18	17	17
3,0	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20
3,5	28	27	27	26	24	23
4,0	32	31	31	29	27	27
4,5	36	35	34	33	31	30
5,0	41	39	38	36	34	34
5,5	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,37
6,0	49	47	45	44	41	40
6,5	53	51	49	47	44	44
7,0	57	54	52	51	48	47
7,5	61	58	56	55	51	50
8,0	0,65	0,62	0,60	0,58	0,55	0,54
8,5	69	66	64	62	58	57
9,0	73	70	69	66	61	61
9,5	77	74	73	69	65	64
10,0	81	78	76	73	68	67
10,5	0,85	0,82	0,79	0,77	0,72	0,71
11,0	89	86	83	80	75	74
11,5	93	90	86	84	78	77
12,0	97	94	89	88	82	81
12,5	1,01	0,98	93	91	85	84
13,0	1,05	1,02	0,97	0,95	0,89	0,87
13,5	1,09	1,05	1,00	98	92	,91
14,0	1,14	1,09	1,04	1,02	95	94
14,5	1,18	1.13	1,08	1,06	99	97
15,0	1,22	1,17	1,11	1,09	1,03	1,01

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Reaumur dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{4440}$ aus.)

Wärme.	24 Zoll oder 288 Lin.	23 Zoll oder 276 Lin.	22 Zoll oder 264 Lin.	21 Zoll oder 252 Lin.	20 Zoll oder 240 Lin.	19 Zoll oder 228 Lin.
0°,5	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.
1,0	07	06	06	06	05	05
1,5	10	09	09	09	08	08
2,0	13	13	12	11	11	10
2,5	16	16	15	14	14	13
3,0	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15
3,5	23	22	21	20	19	18
4,0	26	25	24	23	22	20
4,5	29	28	27	26	25	23
5,0	32	31	30	28	27	26
5,5	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,28
6,0	39	38	36	34	33	31
6,5	42	41	38	37	35	33
7,0	46	44	41	40	38	36
7,5	49	47	44	43	41	38
8,0	0,52	0,50	0,47	0,45	0,43	0,41
8,5	55	53	50	48	46	44
9,0	59	56	53	51	49	46
9,5	62	59	56	54	52	49
10,0	65	62	59	57	54	51
10,5	0,68	0,65	0,62	0,60	0,57	0,54
11,0	71	69	65	63	60	56
11,5	55	72	68	65	62	59
12,0	78	75	71	68	65	62
12,5	81	78	74	71	68	64
13,0	0,84	0,81	0,77	0,74	0,70	0,67
13,5	88	84	80	77	73	69
14,0	91	87	83	80	76	72
14,5	94	90	86	82	79	74
15,0	97	93	89	85	81	77

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Reaumur dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{4440}$ aus.)

Wärme.	18 Zoll oder 216 Lin.	17 Zoll oder 204 Lin.	16 Zoll oder 192 Lin.	15 Zoll oder 180 Lin.	14 Zoll oder 168 Lin.	13 Zoll oder 156 Lin.
0°,5	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.
1,0	05	05	04	04	04	04
1,5	07	07	06	06	06	05
2,0	10	09	09	08	08	07
2,5	12	11	11	10	10	09
3,0	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,10
3,5	17	16	15	14	14	12
4,0	20	18	17	16	16	14
4,5	22	20	19	18	18	16
5,0	24	23	22	20	19	18
5,5	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19
6,0	29	27	26	24	23	21
6,5	32	30	28	26	25	23
7,0	34	32	30	28	28	25
7,5	37	34	32	30	29	26
8,0	0,39	0,36	0,34	0,32	0,31	0,28
8,5	41	39	37	34	33	30
9,0	44	41	39	36	34	32
9,5	46	43	41	38	36	33
10,0	49	46	43	40	38	35
10,5	0,51	0,48	0,45	0,42	0,40	0,37
11,0	54	50	47	44	42	39
11,5	56	52	50	46	44	40
12,0	58	55	52	48	45	42
12,5	61	57	54	50	47	44
13,0	0,63	0,59	0,56	0,52	0,49	0,46
13,5	66	62	58	54	51	47
14,0	68	64	60	57	53	49
14,5	71	66	62	59	55	51
15,0	73	68	65	61	57	53

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 360 bis 288 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
360 L.	70 F.	0 F.	324 L.	79 F.	2670 F.
59	71	70	23	79	2749
58	71	141	22	79	2827
57	71	212	21	79	2906
56	71	283	20	79	2985
55	72	354	19	80	3064
54	72	426	18	80	3144
53	72	498	17	80	3224
52	72	570	16	80	3304
51	72	642	15	81	3384
50	73	714	14	81	3465
49	73	787	13	81	3546
348	73	859	312	81	3627
47	73	932	11	82	3708
46	74	1005	10	82	3790
45	74	1079	9	82	3872
44	74	1152	8	82	3954
43	74	1226	7	83	4036
42	74	1300	6	83	4119
41	75	1374	5	83	4202
40	75	1449	4	84	4285
39	75	1523	3	84	4369
38	75	1598	2	84	4452
37	75	1673	1	84	4537
236	76	1748	300	84	4621
35	76	1824	299	85	4705
34	76	1900	98	85	4790
33	76	1976	97	85	4876
32	76	2052	96	86	4961
31	77	2128	95	86	5047
30	77	2205	94	86	5133
29	77	2282	93	86	5220
28	77	2359	92	87	5306
27	77	2437	91	87	5393
26	78	2514	90	88	5480
25	78	2592	89	88	5568

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 288 bis 216 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
288 L.	88 F.	5656 F.	252 L.	101 F.	9040 F.
87	88	5744	51	101	9141
86	89	5832	50	102	9242
85	89	5921	49	102	9344
84	89	6010	48	102	9446
83	90	6099	47	103	9548
82	90	6189	46	103	9651
81	90	6279	45	104	9754
80	90	6370	44	104	9858
79	91	6460	43	105	9962
78	91	6551	42	105	10067
77	91	6643	41	105	10171
276	92	6734	240	106	10276
75	92	6826	39	106	10382
74	92	6919	38	107	10488
73	93	7011	37	107	10595
72	93	7104	36	108	10702
71	94	7197	35	108	10810
70	94	7291	34	108	10918
69	95	7385	33	109	11026
68	95	7480	32	110	11135
67	96	7574	31	110	11245
66	96	7670	30	110	11355
65	96	7765	29	111	11465
264	96	7861	228	111	11576
63	97	8957	27	112	11687
62	97	8054	26	112	11799
61	97	8151	25	113	11913
60	97	8248	24	113	12026
59	98	8345	23	114	12139
58	98	8443	22	114	12253
57	99	8542	21	115	12367
56	99	8641	20	115	12482
55	99	8740	19	116	12598
54	100	8839	18	116	12713
53	101	8939	17	117	12829

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 216 bis 144 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
216 L.	118 F.	12946 F.	180 L.	141 F.	17568 F.
15	118	13064	79	142	17709
14	119	13182	78	143	17851
13	119	13301	77	144	17994
12	120	13420	76	145	18137
11	120	13540	75	145	18282
10	121	13660	74	146	18427
9	122	13781	73	147	18573
8	122	13903	72	148	18720
7	122	14025	71	148	18868
6	123	14147	70	150	19016
5	124	14271	69	150	19166
204	124	14395	168	152	19316
3	125	14519	67	152	19468
2	126	14644	66	153	19620
1	127	14770	65	154	19773
200	127	14897	64	155	19927
199	128	15024	63	156	20082
98	129	15151	62	157	20238
97	129	15280	61	158	20395
96	129	15409	60	159	20553
95	131	15538	59	159	20712
94	132	15669	58	161	20871
93	132	15801	57	162	21032
192	133	15932	156	163	21194
91	133	16065	55	164	21357
90	134	16198	54	165	21521
89	135	16331	53	167	21686
88	135	16466	52	167	21853
87	136	16601	51	168	22020
86	136	16737	50	170	22188
85	137	16873	49	170	22385
84	138	17011	48	172	22528
83	139	17149	47	173	22700
82	139	17288	46	174	22873
81	141	17427	45	175	23074

Tafel III.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luftschichten.

(Die Luft dehnt sich $\frac{1}{213,\overline{3}}$ für jeden Grad Reaumur aus.)

Grad Reaum.	Für 1000 Fuſs.	Für 2000 Fuſs.	Für 3000 Fuſs.	Für 4000 Fuſs.	Für 5000 Fuſs.	Für 6000 Fuſs.	Für 7000 Fuſs.	Für 8000 Fuſs.	Für 9000 Fuſs.
0,°5	2	5	7	9	12	14	16	19	21
1,0	5	9	14	19	23	28	33	38	42
1,5	7	14	21	28	35	42	49	56	63
2,0	9	19	28	38	47	56	66	75	84
2,5	12	23	35	47	59	70	82	94	105
3,0	14	28	42	57	70	84	98	113	127
3,5	16	33	49	66	82	98	115	131	148
4,0	19	38	56	75	94	113	131	150	169
4,5	21	42	63	84	105	127	148	169	190
5,0	23	47	70	94	117	141	164	188	211
5,5	26	51	77	103	129	135	181	206	232
6,0	28	56	84	113	141	169	197	225	253
6,5	30	61	91	122	152	183	213	244	274
7,0	33	66	98	131	164	197	230	263	295
7,5	35	70	105	141	176	211	246	281	316
8,0	38	75	113	150	188	225	263	300	337
8,5	40	80	120	159	199	239	279	319	359
9,0	42	84	127	169	211	253	295	338	380
9,5	44	89	134	178	223	267	312	356	401
10,0	47	94	141	188	234	281	328	375	422
10,5	49	98	148	197	246	295	345	394	443
11,0	52	103	155	206	258	309	361	413	464
11,5	54	108	162	216	269	323	377	431	485
12,0	56	113	169	225	281	338	394	450	506
12,5	59	117	176	234	294	352	410	469	527
13,0	61	122	183	244	305	366	427	487	548
13,5	63	127	190	253	316	380	443	506	569
14,0	66	131	197	263	328	394	459	525	591
14,5	68	136	204	273	340	408	476	544	612
15,0	70	141	211	281	352	422	492	563	633

Tafel III.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luftschichten.

(Die Luft dehnt sich $\frac{1}{213,3}$ für jeden Grad Reaumur aus.)

Grad Reaum.	Für 1000 Fuſs.	Für 2000 Fuſs.	Für 3000 Fuſs.	Für 4000 Fuſs.	Für 5000 Fuſs.	Für 6000 Fuſs.	Für 7000 Fuſs.	Für 8000 Fuſs.	Für 9000 Fuſs.
15,5	73	145	218	291	363	436	509	581	654
16,0	75	150	225	300	375	450	525	600	675
16,5	77	155	232	310	387	464	542	619	696
17,0	80	159	239	319	398	478	558	637	717
17,5	82	164	246	328	410	492	574	656	738
18,0	84	169	253	338	422	506	591	675	760
18,5	87	173	260	347	433	520	607	693	781
19,0	89	178	267	356	445	534	624	712	802
19,0	91	182	274	366	457	548	640	731	823
20,0	94	188	281	375	469	563	656	750	844
20,5	96	192	288	384	480	576	673	769	865
21,0	98	197	295	394	492	590	689	788	886
21,5	101	201	302	403	504	604	706	806	907
22,0	103	206	309	412	515	618	722	825	928
22,5	105	211	316	422	527	634	738	844	949
23,0	108	215	323	431	538	648	755	862	970
23,5	110	220	330	440	550	662	771	881	991
24,0	112	225	337	449	562	676	788	900	1012
24,5	115	229	344	459	573	690	804	918	1033
25,0	117	234	351	468	585	704	820	937	1054
25,5	119	239	358	478	597	716	836	956	1075
26,0	122	243	365	487	609	730	852	975	1096
26,5	124	248	372	496	620	744	867	993	1117
27,0	126	253	379	505	632	758	884	1012	1138
27,5	129	257	386	515	644	772	900	1031	1159
28,0	131	262	393	524	656	787	919	1049	1181
28,5	133	267	400	534	667	800	933	1068	1202
29,0	136	271	407	543	679	814	950	1087	1223
29,5	138	276	414	552	690	828	966	1106	1244
30,0	140	281	421	562	701	842	982	1124	1266

Tafel IV.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Im Januar . .	+ 17 Fuſs.	Im Juli . . .	+ 48 Fuſs.
» Februar . . .	18 »	» August . . .	48 »
» März	20 »	» September . .	40 »
» April	24 »	» October . . .	27 »
» Mai	35 »	» November . .	24 »
» Juni	41 »	» December . .	18 »

Das ganze Jahr hindurch ist es auf 10000 Fuſs = 30 Fuſs.

Tafel V.

Tafel zur Berichtigung wegen der Veränderung der anziehenden Kraft in Hinsicht der geographischen Breite.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.
0°	+ 28 Ffs.	45°	÷ 0 Ffs.
5	27	50	5
10	26	55	10
15	24	60	14
20	21	65	18
25	18	70	21
30	14	75	24
35	10	80	26
40	5	85	27
45	0	90	28

Tafel VI.

Verbesserung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Berghöhe über der See.	Verbesserung wegen der Luftsäulen.	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
1000	+ 0,1 Fuſs.	+ 2,4 Fuſs.	+ 2,5 Fuſs.
2000	0,2	4,7	4,9
3000	0,5	7,5	8,0
4000	0,8	9,8	10,6
5000	1,3	12,9	14,2
6000	1,8	16,0	17,8
7000	2,5	18,0	20,5
8000	3,3	21,0	24,3
9000	4,1	23,2	27,3
10000	5,1	25,2	30,1
11000	6,2	27,3	33,5
12000	7,3	30,0	37,3
13000	8,6	32,4	41,0
14000	9,9	34,6	44,5
15000	11,4	37,1	48,5
16000	13,1	39,9	53,0
17000	14,8	42,4	57,2
18000	16,6	44,9	61,5
19000	18,4	47,3	65,7
20000	20,4	50,0	70,4

Tafel VII.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.
1000	÷ 2,8	11000	÷ 19,0
2000	5,1	12000	19,5
3000	7,7	13000	19,6
4000	10,1	14000	20,0
5000	11,6	15000	20,0
6000	÷ 13,7	16000	÷ 19,7
7000	15,1	17000	19,1
8000	16,1	18000	18,8
9000	17,5	19000	17,5
10000	18,2	20000	16,9

Tafel VIII.

Verwandlung der Paris. in Rheinl. Fuſs.

1 rheinl. Fuſs hat 139,13 paris. Linien.

Paris. Fuſs.	Rheinl. Fuſs.	Paris. Fuſs.	Rheinl. Fuſs.
1000	1035	11000	11385
2000	2070	12000	12420
3000	3105	13000	13455
4000	4140	14000	14490
5000	5175	15000	15525
6000	6210	16000	16560
7000	7245	17000	17595
8000	8280	18000	18630
9000	9315	19000	19665
10000	10350	20000	20700

Vierter Abschnitt.

Londoner Linien.

Messung mit der Quecksilber-Waage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont, und vom St. Michaelis-Thurm in Hamburg.

Englische Fuss

zu 135,15 paris. Linien.

Messung mit der Quecksilberwaage vom Monte Gregorio bei Turin, vom Pic du Midi bei Clermont, und vom St. Michaelis-Thurm in Hamburg, in Englischen Fuss.

1.

In Frankfurt und dem südlichen Deutschland hat man alle Quecksilberwaagen in Pariser Zoll, deren 12 einen Pariser Fufs ausmachen.

In Berlin, Königsberg, Breslau u. s. w. hat man alle Quecksilberwaagen in Rheinl. Zoll, deren Fufs 139,13 Pariser Linien enthalten.

In Bremen und Hamburg hat man alle Quecksilberwaagen in Englischen Zoll, weil da die Quecksilberwaagen Englisch sind, wegen der Nähe von England.

Ich habe selbst im St. Michaelis-Thurm in Hamburg mit der Engl. Quecksilberwaage gemessen. Man hat dort keine andere.

Der Engl. Fufs hat 135,15 Pariser Linien. 28 Pariser Zoll sind 29,833 Engl. Zoll.

Wenn daher die Luft mit 29,833 Engl. Zoll Quecksilber zusammengedrückt ist, so ist sie 10495 mal leichter als Quecksilber.

Eine Luftsäule also, die 10495 mal 29,833 Zoll lang wäre, wäre eben so schwer, als die Quecksilbersäule, die sie zusammendrückt.

Dieses sind 313097 Engl. Zoll oder 26091 Engl. Fuſs.

Diese ist also für Englisches Maaſs die beständige Zahl für 0° R. oder für 32° F. bei 29,833 engl. Zoll.

2.

Abwiegungen mit 30 Englischen Zoll.

Wenn die Quecksilberwaage bei 29,833 Engl. Zoll steht, so ist das Quecksilber 10495 mal leichter als die Luft, und so muſs es bei 30 Zoll 10554 mal leichter sein als die Luft.

Nämlich: 29,833 Zoll thun 10495, was thun 30 Zoll?

30 × 10554 ist 316620 Engl. Zoll oder mit 12 dividirt, giebt 26385 Engl. Fuſs.

Für 30 Engl. Zoll ist also die beständige Zahl 26385 Engl. Fuſs., welches dasselbe ist.

Alles dieses beruht auf die Abwiegungen von Biot und Arago, nachdem sie gefunden haben, daſs wenn die Quecksilberwaage auf 28 Paris. Zoll steht, und der Wärmemesser ist auf dem Gefrierpunkte, am Ufer der See, und unterm 45° der Breite, daſs dann die Luft 10495 mal leichter ist als Quecksilber.

3.

Das Mariottische Gesetz.

Je stärker die Luft gedrückt wird, desto dichter wird sie. Wird sie mit einem Gewichte von 30 Zoll Quecksilber zusammengedrückt, so ist sie 4 mal so dicht, und in einen 4 mal so kleinen Raum gepreſst, als wenn sie mit einem Gewichte von $7\frac{1}{2}$ Zoll zusammengedrückt würde.

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

Mariotte war einer der ersten, welcher diese Eigenschaft der Luft, die eine Folge ihrer Federkraft ist, bemerkte, und von ihm hat dieses Gesetz den Namen.

Eigentlich ist Richard Towley, ein Engländer und Schüler von Boyle der Erfinder.

Die Zahl 26385 ist beständig.

Wäre die Luft mit 15 Zoll Quecksilber zusammengedrückt, so wäre sie um die Hälfte dünner und um ½ die Hälfte leichter.

Eine Luftsäule die $10554 \times 2 = 21108$ mal 15 Zoll leichter ist, oder von 26385 Engl. Fufs, ist also so schwer, als die Quecksilbersäule, die sie zusammendrückt. Sie ist eine Folge des Mariottischen Gesetzes, dafs sich die Dichtigkeit verhält wie der Druck, und man nennt sie die beständige Zahl.

Die Luft besistzt eine sehr grofse Federkraft. Sie nimmt daher einen gröfsern Raum ein, wenn sie schwach gedrückt wird, läfst sich aber wegen ihrer Federkraft in einen sehr kleinen Raum zusammendrücken.

4.

Ausdehnung der Luft und des Quecksilbers.

Das Verhältnifs zwischen der Schwere zweier Körper gilt nur für einen gewissen Wärmegrad, denn da alle Körper sich auf eine verschiedene Weise ausdehnen, so werden sie auf eine verschiedene Weise leichter.

Lambert und Gay Lussac haben gefunden, dafs die Luft sich bei jedem Grade R. $\frac{1}{213,3}$ ausdehne. Das ist für 1° F. $\frac{1}{479,9}$.

Dulong und Petit haben 1818 gefunden, dafs das Quecksilber sich für jeden Grad R. um $\frac{1}{4440}$ ausdehne, das ist für 1° F. $\frac{1}{9990}$.

Dehnten sich beide gleich stark aus, so bleibt das Verhältnifs ihrer Schwere dasselbe. Da sie es aber nicht thun, so berechnet man sich eine Tafel, in der man siehet, wie dieses Verhältnifs für jeden Grad ist.

Lavoisier und La Place hatten $\frac{1}{4330}$ oder nach F. $\frac{1}{9742}$ gefunden. Dieses war etwas zu klein. Beim Monte Gregorio der 5604 Engl. Fufs hoch ist, beträgt der Unterschied 2 Fufs.

5.

Die Schicht-Tabelle.

Da eine Luftsäule von 26385 Engl. Fufs eben so viel wiegt, wie eine Quecksilbersäule von 30 Zoll, so wiegt eine von 879 Fufs so viel, wie eine Quecksilbersäule von einem Zoll Höhe.

Wäre die Luft statt mit 30 Zoll Quecksilber nur mit 29 Zoll zusammengedrückt, so würde sie um $\frac{1}{29}$ leichter sein. Sie wäre dann nicht 10554 mal leichter, sondern 10918 mal. Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit mufs demnach 10918 mal 29 Zoll lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 29 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

10918 mal 29 ist 316622. Dieses sind 26385 Engl. Fufs. Wenn aber eine Quecksilbersäule von 29 Zoll so schwer ist, als eine Luftsäule von 26385 Engl. Fufs, so ist eine von 1 Zoll so schwer, als eine Luftsäule von 910 Engl. Fufs.

Ist man auf einen Berg gestiegen, wo die Quecksilber-Waage auf 28 Engl. Zoll steht, so ist die Luft um $\frac{1}{28}$ leichter, als unten, wo die Quecksilberwaage auf 29 Engl. Zoll stand. Wenn sie dort 10918 mal leichter war, so ist sie hier 11308 mal leichter.

Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit mufs daher 11308 mal 28 Zoll oder 26385 Engl. Fufs lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

Eine Luftsäule von 942 Engl. Fuſs wird daher einem Engl. Zoll Quecksilber das Gleichgewicht halten.

Die Zahl 26385 Engl. Fuſs ist beständig, welches auch der Druck sein mag, den sie ausübt.

Auf diese Weise kann man immer berechnen, um wie viel die Luft dünner wird, wenn die Quecksilberwaage um 1 Zoll fällt.

Hieraus findet man, wie viel man steigen muſs, wenn man die Quecksilberwaage um 1 Zoll will fallen machen. Denn es ist an sich klar, daſs, je höher man auf den Berg steigt, desto weniger Luft drückt auf die Quecksilberwaage, da bloſs diejenige darauf drücken kann, die ober derselben ist, die welche unter derselben ist, drückt nicht mehr darauf.

Folgende Tabelle enthält in der ersten Spalte die Namen der Stationen.

In der zweiten den Stand der Quecksilberwaage.

In der dritten den Raum den sie einnimmt.

In der vierten die Schwere der Luft gegen Quecksilber.

In der fünften die Länge einer Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit, die 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält.

In der sechsten ist die Gesammthöhe angegeben, welche man auf jeder Station unter sich hat. Die Zahlen drücken die Höhen aus, bis zu welcher man gestiegen ist.

Tafel I.

(Für 1 Englischen Zoll Quecksilber-Höhe.)

1	2	3	4	5	6
Namen der Stationen.	Stand d. Quecksilberwaage in Zoll.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule die 1 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen. Fuss.
1	30	$\frac{1}{30}$	10554 mal	879	000
2	29	$\frac{1}{29}$	10918 „	910	879
3	28	$\frac{1}{28}$	11308 „	942	1789
4	27	$\frac{1}{27}$	11727 „	977	2731
5	26	$\frac{1}{26}$	12178 „	1015	3708
6	25	$\frac{1}{25}$	12665 „	1055	4723
7	24	$\frac{1}{24}$	13192 „	1099	5778
8	23	$\frac{1}{23}$	13765 „	1147	6877
9	22	$\frac{1}{22}$	14391 „	1199	8024
10	21	$\frac{1}{21}$	15076 „	1256	9223
11	20	$\frac{1}{20}$	15830 „	1319	10479
12	19	$\frac{1}{19}$	16663 „	1389	11798
13	18	$\frac{1}{18}$	17589 „	1466	13187
14	17	$\frac{1}{17}$	18624 „	1552	14653
15	16	$\frac{1}{16}$	19788 „	1649	16205
16	15	$\frac{1}{15}$	21107 „	1759	17854
17	14	$\frac{1}{14}$	22615 „	1885	19613
18	13	$\frac{1}{13}$	24355 „	2030	21498
19	12	$\frac{1}{12}$	26385 „	2199	23528
20	11	$\frac{1}{11}$	28784 „	2399	25727
21	10	$\frac{1}{10}$	31662 „	2638	28126
22	9	$\frac{1}{9}$	35180 „	2832	30764
23	8	$\frac{1}{8}$	39577 „	3298	33396
24	7	$\frac{1}{7}$	45231 „	3769	36694
25	6	$\frac{1}{6}$	52766 „	4397	40463
26	5	$\frac{1}{5}$	63319 „	5237	44860
27	4	$\frac{1}{4}$	79148 „	6596	50187
28	3	$\frac{1}{3}$	105530 „	8795	56783
29	2	$\frac{1}{2}$	158295 „	13192	65578
30	1	$\frac{1}{1}$	316590 „	26385	78770

6.

Wenn man sich vorstellt, daſs unsere Atmosphäre in 30 solcher Theile getheilt ist, welche alle das Gleichgewicht von einer Quecksilbersäule von 1 Zoll haben, so wird in der untersten die Quecksilberwaage auf 30 Zoll stehen.

Steigt man mit der Quecksilberwaage auf 879 Engl. Fuſs, so wird sie bis auf 29 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste Schicht nicht mehr darauf drücken kann.

Steigt man mit der Quecksilberwaage noch 910 Fuſs, so wird sie bis auf 28 Zoll gesunken sein, weil jetzt die erste und zweite Schicht nicht mehr darauf drücken können.

Man weiſs also, wenn das Quecksilber 2 Engl. Zoll gesunken ist, daſs man 879 + 910 = 1789 Fuſs gestiegen ist.

Man sieht hieraus, auf welche Weise man vom Fallen des Quecksilbers in der Quecksilberwaage, auf die Höhe der Berge schlieſsen kann, auf die man gestiegen ist.

7.

Zeichnung derselben.

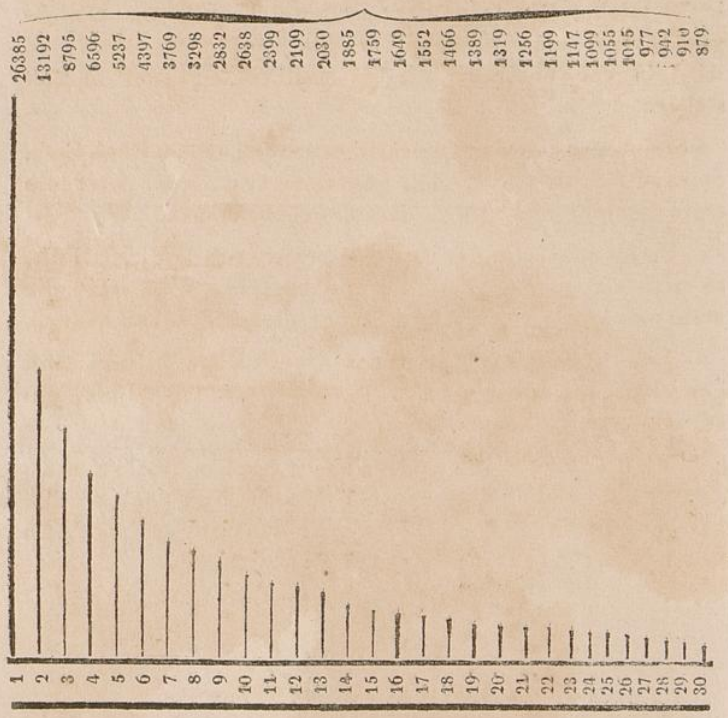
Man kann diese Tabelle zeichnen, indem man die Dichtigkeit der Säulen zu Apzissen und die Länge derselben zu Ordinaten nimmt.

Die Apzissen sind die horizontalen Linien, die mit 30, 29, 28, 27 u. s. w. bezeichnet sind, und die Ordinaten sind die senkrechten, die um so länger werden, je mehr die Dichtigkeit der Luftsäule abnimmt.

Die krumme Linie welche durch die Ende der Ordinaten gelegt wird, ist eine Hyperbel.

Die Länge ist in Fuſs angegeben. Es ist die fünfte Spalte der oben angeführten Schicht-Tabelle.

Länge der Luftsäulen, die gleiches Gewicht haben, nämlich von 1 Engl. Zoll.



8.

Zeichnung des Montblanc in Engl. Fuſs.

Wenn man die Schicht-Tabelle und den Montblanc zugleich zeichnet, so erhält man folgende Figur.

Auſsen steht die Quecksilberwaage in Engl. Zoll, z. B. 30 Zoll, 29 Zoll, 28 Zoll, 27 Zoll u. s. w.

Inwendig ist die erste Schicht, die Fuſsmaaſse von 5 z. B. 879 Fuſs, 910 Fuſs, 942 Fuſs u. s. w.

In der zweiten Schicht inwendig sind die Engl. Fufsmaafse von unten an gerechnet, nämlich von 30 Zoll. Diese ist 6 der Schicht-Tabelle, und zeigt an, wie weit man gestiegen ist, und wie hoch die Quecksilberwaage steht.

Aufswendig steht wieder die Quecksilberwaage in Engl. Zoll z. B. 30 Zoll, 29 Zoll, 28 Zoll, 27 Zoll u. s. w.

Der Montblanc ist 15763 Engl. Fufs hoch.

Im Berge selber sind die Berge der niedern Höhe mit angegeben,

z. B. der Pic auf Teneriffa	11941	Fufs,
der Aetna	11171	"
Quito	9529	"
der St. Gotthard	9149	"
das Kloster auf dem St. Bernhard	8169	"
das Kloster auf dem St. Gotthard	6862	"
das höchste Kornfeld am Vorder-Rhein	4901	"
der Puy de Dome	4837	"
das Brockenhaus	3871	"
der Löwenberg	1515	"
Neufchatel	1436	"
Genf	1334	"
Düsseldorf	106	"

Wenn man also durch 879 Engl. Fufs steigt, so ist die Quecksilberwaage von 30 Zoll auf 29 Zoll gesunken.

Steigt man noch durch 910 Engl. Fufs, so ist sie bis auf 28 Zoll gesunken.

Steigt man noch durch 942 Engl. Fufs, so ist sie bis auf 27 Zoll gesunken.

Und so kann man immer aus dem Fallen der Quecksilberwaage auf die Luftschicht schliefsen, durch welche man gestiegen ist.

Quecksilber-waage. Engl. Zoll.	Englische Fuſs. Fuſs.		Fuſs.	Quecksilber-waage. Engl. Zoll.
14	1885		19613	14
15	1759		17854	15
16	1649	**Montblanc.** 15763 Fuſs.	16205	16
17	1552		14653	17
18	1466		13187	18
19	1389	Pic auf Teneriffa. Aetna.	11789	19
20	1319		10479	20
21	1256	Quito. — St. Gotthard.	9223	21
22	1199	Kloster auf St. Bernhard.	8024	22
23	1147	Kloster auf St. Gotthard.	6877	23
24	1099		5778	24
25	1055	Höchstes Kornfeld am Vorder-Rhein.	4723	25
26	1015	Das Brockenhaus.	3708	26
27	977		2731	27
28	942		1789	28
29	910	Löwenberg. — Genf.	879	29
30	879	Düsseldorf.	000	30

9.

Schicht-Tabelle für Englische Linien.

Indefs wird nun solche Tabelle, die blofs auf Zoll berechnet ist, wenig bequem und wenig genau sein. Ein engl. Zoll macht $\frac{1}{56}$ Fehler. Bei der engl. Linie begeht man $\frac{1}{674}$ Fehler.

So wie wir im Vorigen die Höhe von 30 Luftschichten berechneten, welche ein Zoll Queksilber das Gleichgewicht halten, so können wir ebenfalls die Höhe von 360 solcher Schichten berechnen, wovon jede $\frac{1}{12}$ Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält.

Da eine Luftsäule von 26385 Engl. Fufs eben so viel wiegt, als eine Quecksilbersäule von 30 Engl. Zoll, so wiegt eine Luftsäule von 73 Engl. Fufs so viel, wie eine Quecksilbersäule von ein zwölftel Zoll.

Die Tafel Nro. 2. enthält 36 Luftschichten, die alle ein gleiches Gewicht haben, nämlich das von einer Quecksilbersäule von ein zwölftel Engl. Zoll.

Sie ist so berechnet wie die vorige, und es bedarf daher keine Erklärung.

Wir haben in Spalte 4 die Zahl 10554 mit $\frac{1}{360}$ dividirt, und 29 gefunden. Diese werden jetzt zu 10554 addirt, und man findet 10583. Dann hat man 10583 mit 359 dividirt, und 29 gefunden. Diese werden zu 10583 addirt, und man findet 10612 u. s. w.

Die Länge der Luftsäule in Spalte 5 findet man dadurch, dafs man 26385 Engl. Fufs mit $\frac{1}{360}$ dividirt, wo man dann 73 Fufs bekommt.

Tafel II. für Engl. Linien.

(Für ein zwölftel Zoll Quecksilber-Höhe.)

1	2	3	4	5	6
Namen der Stationen.	Stand d. Quecksilberwaage, in Linien.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule, die $\frac{1}{12}$ Zoll Quecksilb. das Gleichgewicht hält, in Fuss.	Summe von der Höhe der Luftsäulen. Fuss.
1	360	$\frac{1}{360}$	10554 mal	73	0
2	59	$\frac{1}{359}$	10583 „	74	73
3	58	$\frac{1}{358}$	10612 „	74	147
4	57	$\frac{1}{357}$	10641 „	74	221
5	56	$\frac{1}{356}$	10670 „	74	295
6	55	$\frac{1}{355}$	10700 „	74	369
7	54	$\frac{1}{354}$	10730 „	74	443
8	53	$\frac{1}{353}$	10760 „	75	518
9	52	$\frac{1}{352}$	10790 „	75	592
10	51	$\frac{1}{351}$	10820 „	75	667
11	50	$\frac{1}{350}$	10851 „	75	742
12	49	$\frac{1}{349}$	10882 „	75	817
13	348	$\frac{1}{348}$	10913 „	76	892
14	47	$\frac{1}{347}$	10944 „	76	968
15	46	$\frac{1}{346}$	10975 „	76	1044
16	45	$\frac{1}{345}$	11007 „	76	1120
17	44	$\frac{1}{344}$	11039 „	76	1196
18	43	$\frac{1}{343}$	11071 „	77	1272
19	42	$\frac{1}{342}$	11103 „	77	1349
20	41	$\frac{1}{341}$	11135 „	77	1426
21	40	$\frac{1}{340}$	11168 „	77	1503
22	39	$\frac{1}{339}$	11201 „	77	1580
23	38	$\frac{1}{338}$	11234 „	78	1657
24	37	$\frac{1}{337}$	11267 „	78	1735
25	336	$\frac{1}{336}$	11301 „	78	1813
26	35	$\frac{1}{335}$	11335 „	78	1891
27	34	$\frac{1}{334}$	11369 „	79	1969
28	33	$\frac{1}{333}$	11403 „	79	2048
29	32	$\frac{1}{332}$	11437 „	79	2127
30	31	$\frac{1}{331}$	11471 „	79	2206
31	30	$\frac{1}{330}$	11505 „	80	2285
32	29	$\frac{1}{329}$	11540 „	80	2365
33	28	$\frac{1}{328}$	11675 „	80	2445
34	27	$\frac{1}{327}$	11610 „	80	2525
35	26	$\frac{1}{326}$	11646 „	81	2605
36	25	$\frac{1}{325}$	11682 „	81	2686

Man kann schon die Berghöhen mit diesen Schichttafeln berechnen.

Unten zu Königswinter stände die Quecksilber-Waage auf . . . . . 357 Linien
und oben auf dem Löwenberg . . . . . 339 Linien
die Temperatur wäre auf dem Gefrierpunkt, so hat man folgendes:

oben 339 Linien	=	1580 Fuſs.
unten 357 Linien	= ÷	221 Fuſs.
Höhenunterschied zwischen Königswinter und der Spitze des Löwenbergs	=	1359 Fuſs.

10.

Zeichnung des Löwenbergs in Engl. Fuſs.

Der Löwenberg ist 1515 Engl. Fuſs über der Oberfläche der See. Er ist zehnmal kleiner wie der Montblanc. Gibt man ihm einen zwölfmal gröſsern Maaſsstab, so verwandeln sich die Zoll in Linien, und alles übrige bleibt ungeändert.

Wenn der Löwenberg 1515 Fuſs über der See ist, so ist die Kirche im Odenspich . . . . . 1348 Fuſs.

Die Agathen Kapelle	1222	»
Die hohe Warthe	1216	»
Der Drachenfels	1090	»
Die Kirche zu Hückeswagen	959	»
Der Lachersee	921	»
Die Kirche in Solingen	615	»
Die Kirche in Elberfeld	452	»
Der Garten der Abtei Siegburg . . .	426	»
Königswinter	180	»
Düsseldorf	106	»

Die Kohlenzeche Saelzer ist 6 Fuſs unter der See.
Die Kohlenzeche Wiesche 213 Fuſs unter der See.

Quecksilber-waage. Engl. Lin.	Fuss.	Englische Fuss.	Fuss.	Quecksilber-waage. Engl. Lin.
	78		1813	
336	78		1735	336
337				337
38	78		1657	38
39	77	Löwenberg.	1580	39
	77	1515.	1503	
40				40
41	77		1426	41
42	77	Kirche im Odenspich.	1349	42
43	77	Agathen-Capelle.	1272	43
44	76	Die hohe Warthe.	1196	44
45	76	Der Drachenfels.	1120	45
46	76	Der Lacher-See.	1044	46
47	76	Die Kirche zu Hückeswagen.	968	47
348	76		892	348
349	75		817	349
50	75		742	50
51	75	Die Kirche in Solingen.	667	51
52	75		592	52
53	75		517	53
54	74	Die Kirche in Elberfeld.	443	54
55	74	Die Abtei Siegburg.	369	55
56	74		295	56
57	74		221	57
58	74	Königswinter. Düsseldorf.	147	58
59	74		73	59
360	73	Die Kohlenzeche Saelzer.	00	360

Die Kohlenzeche Wiesche 207 Fuss.

11.

Die Messung mit der Quecksilberwaage kann bei Bergen von 1000 Fuſs um $\frac{1}{100}$ genau sein. Der Fehler des Ablesens macht eine gröſsere Genauigkeit unsicher.

Bei den Bergen von 5000 Fuſs hann die Genauigkeit auf $\frac{1}{300}$ gehen, wie dieses beim Monte Gregorio der Fall war. Die Genauigkeit der Quecksilberwaage beträgt $\frac{1}{56}$ auf Zoll. Auf zwölftel Zoll beträgt sie $\frac{1}{674}$. Diese Genauigkeit der Tafeln kann genügen, wenn von einzelnen Beobachtungen die Rede ist.

Die Messungen für's Kataster sind ebenfalls bis auf 1 Procent genau.

Aber wenn von mehrern die Rede ist, wie z. B. beim Monte Gregorio, wo der Berg an 10 verschiedenen Tagen gemessen wurde, und wo die Genauigkeit auf $\frac{1}{4400}$ Theile ging, da kann diese Genauigkeit nicht mehr genügen.

Statt daſs wir sonst auf Linien berechneten, berechnen wir jetzt auf zehntel Linien, und die Genauigkeit geht bis auf $\frac{1}{6740}$.

Unsere Schicht-Tafeln beruhen auf die Voraussetzung, daſs die Luft in jeder Schicht oben nicht merklich dünner sei, wie unten, eine Voraussetzung, die nur wenig von der Wahrheit abweicht, wenn man die Schichten sehr dünne annimmt.

Wir haben sie zu 7 Fuſs angenommen, wo sie nur $\frac{1}{120}$ Zoll das Gleichgewicht halten, und es ist an sich klar, daſs in einer so dünnen Luftschicht die Luft am untern Ende nicht merklich dichter und schwerer sei, als an ihrem obern. Auch ist der Fehler, der aus dieser Annahme entsteht, so geringe, daſs er bei einem Berge von 6740 Fuſs nur 1 Fuſs betragen kann.

Rechnet man aber bis auf zehntel Linien, so ist die Quecksilberwaage, wenn sie von 360 Linien auf 324 Linien fällt, 2749 Fuſs gestiegen. Die natürlichen Logarithmen geben 2749 Fuſs.

Man sieht aus diesen Zahlen, daſs man der Genauigkeit wegen, nie nöthig gehabt, die Schichttabellen zu verlassen.

Dann scheint die Natur des Quecksilbers eine kleine Verschiedenheit in ihrem Gewicht zu haben.

Fourcroy giebt das Gewicht zu 13,57 bis 13,60 an, das des Wassers gleich 1 gesetzt.

Biot und Arago geben das Gewicht des Quecksilbers zu 13,59 bis 13,60 an. Wenn man auch diese Angabe als die richtigere gebrauchen will, weil in Fourcroy seiner ein Fehler ist, so ist auf 1359 Pfund noch 1 Pfund Fehler, da man nicht weifs, ob es zu 1359 Pfund oder zu 1360 Pfund gehört, das des Wassers gleich 1 gesetzt.

12.

Schicht-Tabelle von ein zehntel Linie.

So wie wir im Vorigen die Höhen von 360 Luftschichten berechneten, welche ein zöwlftel Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hielten, so können wir ebenfalls die Höhen von $\frac{1}{10}$ Linien durch solche Luftschichten berechnen, wovon jede $\frac{1}{10}$ Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält. Da eine Luftsäule von 26385 Engl. Fufs eben so viel wiegt, wie eine Quecksilbersäule von 30 Zoll, so wiegt eine von 7 Fufs so viel, wie eine Quecksilbersäule von ein zehntel Linie.

Die Tafeln werden nun immer weitläufiger, und wenn Tafel 2 eine Länge von 36 Luftschichten enthält, die 3 Zoll Quecksilber tragen, so bekommt Tafel 3 nicht mehr als 3 Linien Quecksilber, die ihr das Gleichgewicht halten.

Uebrigens ist sie so berechnet wie die vorige, und es bedarf defshalb keine Erklärung.

Tafel III. für ein zehntel Engl. Linie.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Namen der Stationen.	Stand der Quecksilberwaage in Lin.	Raum.	Die Luft ist leichter als Quecksilber.	Länge einer Luftsäule, die $\frac{1}{10}$ Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält.	Summe von der Höhe der Luftsäulen.
1	3600	$\frac{1}{3600}$	10554,0 mal	7,329	0,000
2	3599	$\frac{1}{3599}$	10556,9	7,331	7,329
3	99	$\frac{1}{3598}$	10559,8	7,333	14,660
4	97	$\frac{1}{3597}$	10562,7	7,335	21,993
5	96	$\frac{1}{3596}$	10565,6	7,337	29,328
6	95	$\frac{1}{3595}$	10568,5	7,339	36,665
7	94	$\frac{1}{3594}$	10571,4	7,341	44,004
8	93	$\frac{1}{3593}$	10574,3	7,343	51,345
9	92	$\frac{1}{3592}$	10577,2	7,345	58,688
10	91	$\frac{1}{3591}$	10580,1	7,347	66,033
11	90	$\frac{1}{3590}$	10583,0	7,349	73,380
12	89	$\frac{1}{3589}$	10585,9	7,351	80,729
13	3588	$\frac{1}{3588}$	10588,8	7,354	88,080
14	87	$\frac{1}{3587}$	10591,7	7,356	95,434
15	86	$\frac{1}{3586}$	10594,6	7,358	102,790
16	85	$\frac{1}{3585}$	10597,5	7,360	110,148
17	84	$\frac{1}{3584}$	10600,4	7,362	117,508
18	83	$\frac{1}{3583}$	10603,3	7,364	124,870
19	82	$\frac{1}{3582}$	10606,2	7,366	132,234
20	81	$\frac{1}{3581}$	10609,1	7,368	139,600
21	80	$\frac{1}{3580}$	10612,0	7,370	146,968
22	79	$\frac{1}{3579}$	10614,9	7,372	154,338
23	78	$\frac{1}{3578}$	10617,8	7,374	161,708
24	77	$\frac{1}{3577}$	10620,7	7,376	169,080
25	3576	$\frac{1}{3576}$	10623,6	7,378	176,454
26	75	$\frac{1}{3575}$	10626,5	7,380	183,830
27	74	$\frac{1}{3574}$	10629,4	7,382	191,208
28	73	$\frac{1}{3573}$	10632,3	7,384	198,588
29	72	$\frac{1}{3572}$	10635,2	7,386	205,970
30	71	$\frac{1}{3571}$	10638,1	7,388	213,354
31	70	$\frac{1}{3570}$	10641,0	7,390	220,740
32	69	$\frac{1}{3569}$	10643,9	7,392	228,128
33	68	$\frac{1}{3568}$	10646,8	7,394	235,518
34	67	$\frac{1}{3567}$	10649,7	7,396	242,910
35	66	$\frac{1}{3566}$	10652,6	7,398	250,304
36	65	$\frac{1}{3565}$	10655,5	7,401	757,702

13.

Die Schicht-Tafeln bei der Quecksilberwaage geben zuletzt 7 Fuſs Höhe der Quecksilberwaage, und man kann sie schon im Hause gebrauchen. Mein Haus ist z. B. 42 Fuſs hoch von der Erde bis ans Dach. Wenn ich daher die Quecksilberwaage aufhänge, so zeigt mir diese von oben und unten einen Unterschied von 42 Fuſs. Noch höher ist sie in Kirchthürmen. Ich habe in Hamburg den groſsen St. Michaelis-Thurm gemessen, der 428 Engl. Fuſs hoch ist. Oben wo ich stand, hatte ich eine Höhe von 355 Engl. Fuſs. Ich werde nachher dieses angeben, wo ich die Quecksilber-Höhe nach Englischem Maaſse berechne.

Ich habe die Grundzahl 26091 Engl. Fuſs angenommen. Dieses ist bei 29,833 Engl. Zoll, oder 28 Pariser Zoll, wo das Gewicht der Luft gegen Quecksilber 10495 mal leichter ist.

Ich habe 4 Dezimalstellen mitgenommen, da es wenig Mühe macht, ob man 3 oder 4 Dezimalstellen mitnimmt.

Jeder Zoll beruht auf 2 Divisionen.

$$\frac{26091 \text{ engl. Fuſs}}{3720 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}0134 \text{ engl. Fuſs.}$$

$$\frac{26091 \text{ engl. Fuſs}}{3660 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}1287 \text{ engl. Fuſs.}$$

$$\frac{26091 \text{ engl. Fuſs}}{3600 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}2475 \text{ engl. Fuſs.}$$

$$\frac{26091 \text{ engl. Fuſs}}{3540 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}3701 \text{ engl. Fuſs u. s. w.}$$

$$\begin{array}{r} 7{,}0134 \\ 7{,}1287 \\ \hline 0{,}1153 \end{array} \text{ Fuſs.} \qquad \begin{array}{r} 7{,}2475 \\ 7{,}3701 \\ \hline 0{,}1226 \end{array} \text{ Fuſs.}$$

$$\begin{array}{r} 7{,}1287 \\ 7{,}2475 \\ \hline 0{,}1188 \end{array} \text{ Fuſs.} \qquad \begin{array}{r} 7{,}3701 \\ 7{,}4973 \\ \hline 0{,}1272 \end{array} \text{ Fuſs. u. s. w.}$$

Unterschiede.

0,1153 × 2 : 12 = 0,0019 Fuſs.
0,1188 × 2 : 12 = 0,0020 Fuſs.
0,1226 × 2 : 12 = 0,0020 Fuſs.
0,1272 × 2 : 12 = 0,0021 Fuſs. u. s. w.

In 3720 zehntel Linien wird 0,0019 engl. Fuſs beigeschrieben.

In 3660 zehntel Linien wird 0,0020 engl. Fuſs beigeschrieben, u. s. w.

Dieser Unterschied wird dann zu 7,0134 engl. Fuſs addirt, und dann durch ein zweites Addiren in die Schicht-Tafel gesetzt.

Doch sieht man dieses lieber an einem Beispiele:

$$\frac{26091 \text{ engl. Fuſs}}{3720 \text{ zehntel Linien}} = 7{,}0134 \text{ engl. Fuſs.}$$

Quecksilher-Waage. Linien.	Fuss.	Unterschied in Fuss.	Summe in Fuss.
3720	7,0134	0,0019	0,0
19	7,0153		7,0
18	7,0172		14,0
17	7,0191		21,0
16	7,0210		28,0
15	7,0229		35,0
14	7,0248		42,1
13	7,0267		49,1
12	7,0286		56,1
11	7,0305		63,1
3710	7,0324	0,0019	70,2195
9	7,0343		77,2
8	7,0362		84,2
7	7,0381		91,3
6	7,0400		98,3
5	7,0419		105,4
4	7,0438		112,4
3	7,0457		119,4
2	7,0476		126,5
1	7,0495		133,5 u. s. w.

Auf diese Weise ist die Spalte berechnet worden, die in den Tafeln die Aufschrift hat: »Höhe der einzelnen Luftschichten.«

Sie ist in der vorigen Tafel die zweite.

Die vierte, welche die Summe aller einzelnen Höhen enthält, ist durch Addiren der zweiten entstanden. Bei dieser sind ebenfalls 4 Dezimalstellen mit durchgeführt worden, da es wenig Mühe macht, ob man eine Dezimalstelle mehr oder weniger hat.

Sobald ein halber Zoll fertig war, wurde mit natürlichen Logarithmen die Endzahl untersucht, ob kein Fehler in ihr wäre, und erst, wenn diese Untersuchung vollendet, wurde er eingeschrieben. Die Rechnung geschah auf 3 Schiefer-Tafeln.

Was nun den Fleifs des Rechners betrifft, so mufs ich bemerken, dafs schon 3 bis 4 Zoll in einem Tage gerechnet wurden, und zu Zeiten sogar 5 Zoll, und einmal sogar 6 Zoll.

Diejenigen, welche defswegen die Logarithmen bei ihren Messungen mit der Quecksilberwaage vorzogen, weil diese bereits berechnet wären, die Schichttabelle aber noch berechnet werden müfste, diese haben offenbar nicht gewufst, wie klein die Arbeit sei, welche eine solche Tabelle verursacht. Höchstens 4 bis 6 Tage. Jede Schicht-Tafel nimmt höchstens 10 Bogen als Handschrift ein.

Endlich will ich als Beispiel die Berechnung von 6 Zoll mit Logarithmen anführen, die man nachrechnen mufs, um sicher zu sein, dafs kein Irrthum vorgefallen ist.

Log. von 372 Lin.	= 5,91889		26091 egl. Ffs.
Log. von 300 Lin.	= 5,70378		× 0,21511
	0,21511		5612,43501
		Schichttaf.	5611,8373
			0,58771 Fufs.

Der Unterschied ist nämlich 0,5 Fufs; und dieses ist der Unterschied zwischen den Logarithmen und der Schichtmethode.

14.

Abkürzungen beim Druck.

Zuerst werden die Dezimal-Theile weggelassen, obschon sie in der Rechnung mit angeführt werden.

Dann zweitens besteht beim Druck eine bedeutende Abkürzung darin, dafs man die zehntel Linie wegläfst, und blofs die Linien anführt. Auf diese Weise nehmen die Linien 3 Seiten ein, wo hingegen die zehntel Linien 30 Seiten eingenommen hätten.

Bei 70 Fufs für eine Linie ist der Unterschied so klein, dafs man ihn nicht bemerkt, wie man dieses an einem Beispiele siehet.

Ich will wissen wie hoch die Quecksilberwaage bei 324,5 Engl. Linien stehe, so habe ich folgendes:

Bei 324	Linien	=	3604 Fufs.
Bei 0,5	Linien	=	÷ 40 Fufs.
324,5	Linien	=	3564 Fufs.

Die Tafel über die Quecksilberwaage gibt dasselbe, nämlich für 324,5 Linien = 3564 Fufs.

Drittens werden auch bei der Quecksilberwaage häufig noch hundert Theile der Linie angegeben, und obschon diese einzelnen nicht beobachtet werden können, so ist, wenn man zwei zusammennimmt, also $\frac{1}{50}$ Linie, eine Gröfse, die man beobachten kann.

Wir nehmen wieder das vorige Beispiel.

Ich will wissen wie hoch die Quecksilberwaage bei 324,53 Linien stehe, so habe ich folgendes:

Bei 324	Linien	=	3604 Fufs.
Bei 0,53	Linien	=	÷ 42 Fufs.
324,53	Linien	=	3562 Fufs.

81
53
243
405
42,93

Die zehntel und hundert Theile der Linie werden mit der Höhe der Luftschichten multiplizirt, hier z. B. mit 81 Fufs, und dann werden zwei Zahlen abgeschnitten.

Das ist ein grofser Vortheil, dafs man die zehntel und hundert Theile der Linie gerade so nimmt, mit einer einfachen Multiplication.

Wollte man sie aus den Tafeln nehmen, so müfste man sie 150 Seiten grofs machen, dann aber könnte man auch sie geradezu aus den Tafeln nehmen und ohne alle Multiplication.

150 Seiten ist schon ein artiges Buch. Und diese 150 Seiten müfste man dreimal haben, nämlich: für Pariser, für Rheinländer und für Englische Zoll.

15.

Messung des Monte Gregorio in Engl. Linien.

Wir können jetzt das Höhenmessen an einem Beispiele zeigen, und wir nehmen dazu den Monte Gregorio, der im October 1809 von d'Aubuisson gemessen wurde, und zwar die Messung vom 1. October.

Dulong und Petit haben 1818 gefunden, dafs das Quecksilber sich für jeden Grad Fahrenheit um $\frac{1}{5990}$ ausdehne. Dieses wird in folgenden Rechnungen angenommen. Die Bestimmung von Dulong und Petit ist wohl äufserst genau und sie erhielten vom National-Institut den Preis.

Stand der Quecksilberwaage.

October	Druck der Luft.	Wärme des Quecksilbers.	Wärme der Luft.
1809.	349,05 Linien.	71° F.	65° F.
1.	283,93 Linien.	49° F.	45° F.
		Mittlere Wärme . .	55° F.

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 55° F. Nämlich:

71° F. ÷ 55° F. = 16° F.
und 55° F. ÷ 49° F. = 6° F.

	349,05 Linien	
Für 16° F. Untersch. nach Taf. 1. =	÷ 0,55 Linien	
	348,45 Linien	bei 55° F.
	283,93 Linien	
Für 6° F. Untersch. nach Taf. 1.	÷ 0,17 Linien	
	284,10 Linien	bei 55° F.
unten	348,45 Linien	bei 55° F.
oben	÷ 284,10 Linien	bei 55° F.
Unterschied	64,35 Linien	bei 55° F.

Diese 64,35 Englische Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 55° F. Wärme einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, die ebenfalls eine mittlere Wärme von 55° F. hatte.

Der Nullpunkt von diesem Wärmemesser liegt immer der mittleren Wärme gegenüber, die der Luft-Wärmemesser zeigt, hier z. B. 55° F., sie wird von der Quecksilberwaage die oben ist hinzugefügt, und von der untern Quecksilberwaage hinweggelassen.

Der Wärmemesser bei der Quecksilberwaage macht die Tafel Nro. 1. aus, und hat die Ueberschrift: Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

$\frac{1}{9990}$ thun 16° F., was thun 348 Linien?

Antwort: 0,55 Linien.

16.

Die Schicht-Tabelle.

Biot und Arago haben gefunden, dafs das Quecksilber, wenn es mit 30 Engl. Zoll gedrückt wird 10554 mal schwerer ist, als die Luft beim Gefrirpunkte, am Ufer der See und unter dem 45° der Breite.

Hiernach ist die Schicht-Tabelle berechnet, und zwar von 31 Zoll bis 13 Engl. Zoll.

Sie hat die Ueberschrift: »Luftschichten durch welche man in die Höhe gestiegen ist.«

Wir nehmen wieder das vorige Beispiel.

Für 284 Lin. giebt Tafel 2 = 7042 Fuſs
Für 0,10 » » » 2 ÷ 9 — 92 / 10 / 9,20
284,10 Linien . . . . . 7033 Fuſs.

Für 348 Lin. giebt Tafel 2 = 1740 Fſs. — 75 / 45 / 375 / 300 / 33,75
Für 0,45 » » » 2 ÷ 33
348,45 Linien . . . . . ÷ 1707 Fuſs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied = 5326 Fuſs.

17.

Ausdehnung der Luft.

Lambert uud Gay Lussac haben gefunden, daſs die Luft bei jedem Grad Reaumur sich um $\frac{1}{213,3}$ ausdehne. Dieses ist für 1° F. = $\frac{1}{479,9}$.

Hier ist z. B. 55° F. oder $\frac{55^0}{479,9} + \frac{55^0}{9990} \div \frac{55^0}{9990}$. Und da sich + und ÷ gegeneinander aufhebt, so hat man $\frac{55^0}{479,9}$ F.

Nach dieser ist dann die Wärme-Tafel für 30° berechnet, nämlich von 33° F. bis 82° F. und zwar für 1000, 2000, 3000 Fuſs u. s. w.

Unverbesserter Höhen-Unterschied 5326 engl. Fſs.

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 5000 Fuſs und 55° F. = 240 Fuſs.
Für 300 » und 55° F. = 14
Für 26 » und 55° F. = 1
255

Verbesserung mit der Wärme der Luft . . . 5581 engl. Fſs.

Diese drei Tafeln enthalten die Haupt-Berichtigungen, welche beim Höhenmessen mit der Quecksilberwaage vorkommen.

18.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Die vierte Berichtigung ist die wegen der Feuchtigkeit der Luft.

D'Aubuisson hat den Mefs-Apparat nicht mit einem Feuchtigkeitsmesser vermehrt. Dieses schien ihm überflüssig. Er gebrauchte die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft, die sie in Genf hat, und berechnete sie für 10000 Fufs.

Im Januar . .	+ 17 Fufs.	Im Juli . . .	+ 48 Fufs.
» Februar . . .	18 »	» August	48 »
» März	20 »	» September . .	40 »
» April	24 »	» October . . .	27 »
» Mai	35 »	» November . .	24 »
» Juni	41 »	» Dezember . .	18 »

Das ganze Jahr hindurch beträgt diese = 30 Fufs.

Also Verbesserung wegen der Wärme der Luft 5581 Fufs.
Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . + 15 Fufs.
Verbesserung wegen der Wärme der Luft und der Feuchtigkeit . . . . . 5596 Fufs.

Das Gewicht der Wasserdämpfe ist nur 0,62 von dem Gewichte der trocknen Luft, und daher kömmt es, dafs feuchte Luft immer leichter ist, als trockne.

Der Einflufs, den die Feuchtigkeit hat, ist gering, wenn man ihn mit der Höhe des Berges vergleicht, hier z. B. 4 Engl. Fufs bei einer Höhe von 5596 Engl. Fufs.

19.

Berichtigung der Schwere in Hinsicht der geographischen Breite.

Wir haben oben gesehen, dafs die Luft am Ufer der See, und unter dem 45° der Breite zu 24488 Paris.-Fufs abgewogen ist.

Am Aequator ist natürlich die Schwere geringer, als auf dem 45° der Breite, theils wegen des gröſseren Schwunges, theils wegen der gröſseren Entfernung vom Erd-Mittelpunkte.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.
0°	+ 28 Fſs.	45°	÷ 0 Fſs.
5	27	50	5
10	26	55	10
15	24	60	14
20	21	65	18
25	18	70	21
30	14	75	24
35	10	80	26
40	5	85	27
45	0	90	28

Der Monte Gregorio liegt auf dem 45° der Breite, und der Einfluſs einer Verminderung der Schwere ist gleich Null.

20.

Berichtigung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Die Schwere nimmt ebenfalls in senkrechter Richtung ab, und wenn man das Gewicht der Luft zu $\frac{1}{10495}$ setzt, so wird hierunter trockne Luft verstanden, welche unter dem 45° der Breite, am Ufer der See abgewogen ist, als die Quecksilberwaage auf 28 paris. Zoll stand, und der Wärmemesser auf 0 Grad.

Folgende Tafel zeigt die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Höhe	Schwere-Abnahme
für 1000 Fuſs	0,00010 Fuſs.
2000	20
3000	30
4000	41
5000	51
6000	0,00061
7000	71
8000	82
9000	92
10000	102
11000	0,00112
12000	122
13000	132
14000	142
15000	152
16000	0,00163
17000	173
18000	184
19000	194
20000	205

Die Abnahme der Schwere hat in senkrechter Richtung einen doppelten Einfluſs aufs Höhenmessen mit der Quecksilberwaage.

1.) Sind die obern Luftschichten dünner, als sie sein würden, wenn keine Schwere-Abnahme da wäre. Bei einer Luftsäule von 12000 Fuſs ist die Anziehungskraft oben um 0,00122 kleiner als unten, also die Luft wegen dieses Umstandes um so viel dünner. Die mittlere Anziehungskraft der ganzen Luftsäule ist nur 0,00061 kleiner als unten. Dieses auf 12000 Fuſs multiplizirt giebt 7,3 Fuſs Verbesserung.

2.) Zugleich ist bei der Messung auf der Spitze des Berges das Quecksilber in der Quecksilberwaage leichter, als es am Fufse desselben war, eben weil die Schwere abnimmt.

Da aber die Quecksilberwaage eine Waage ist, auf der der Druck der Luft gegen Quecksilber abgewogen wird, bei gleicher Wärme und bei gleicher Schwere, so mufs man die Beobachtung auf der Spitze des Berges auf die Schwere an der See zurückführen. Bei einem Berge von 12000 Fufs ist die Schwere oben 0,00122 geringer. Das Quecksilber steht noch auf 17 Zoll, ist also um 0,00122 Zoll oder um 0,02 Zoll leichter als an der See, d. h. eine Quecksilbersäule von 17 Zoll auf dem Berge drückt nicht schwerer, als eine von 16,98 Zoll an der See. Man mufs daher den obern Stand der Quecksilberwaage auf die Schwere am Ufer der See zurückführen, ehe man sie von einander abzieht. Ist dieses geschehen, so ist der Unterschied zwischen ihnen die Quecksilbersäule, welche der Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, bei gleichem Wärmegrad und bei gleicher Schwere.

Statt dafs man die 0,02 Zoll abzieht, um sie auf die Länge von 16,98 Zoll zu bringen, so kann man auch berechnen, wie viel diese 0,02 Zoll in Fufs betragen.

Bei 12,000 Fufs Höhe betragen 0,02 Zoll Fallen des Quecksilbers 30 Fufs Steigung.

Man hat also:

Erste Verbesserung, wegen des Dünnewerdens der Luft bei der Abnahme der Schwere	7,3 Fufs.
Zweite Verbesserung, wegen des Leichterwerdens des Quecksilbers	30 Fufs.
Berichtigung für 12000 Fufs Höhe . .	= 37,3 Fufs.

In folgender Tafel findet man diese Berichtigung für alle Berghöhen bis 20,000 engl. Fufs.

Verbesserung wegen der Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung in engl. Fuſs.

Berghöhe.	Verbesserung wegen der Luftschichten.	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
1000 Fſs.	+ 0,1 Fſs.	+ 2,4 Fſs.	+ 2,5 Fſs.
2000	0,2	4,7	4,9
3000	0,5	7,5	8,0
4000	0,8	8,8	10,6
5000	1,3	12,9	14,2
6000	1,8	16,0	17,8
7000	2,5	18,0	20,5
8000	3,3	21,0	24,3
9000	4,1	23,2	27,3
10000	5,1	25,0	30,1
11000	6,2	27,3	33,5
12000	7,3	30,0	37,3
13000	8,6	32,4	41,0
14000	9,9	34,6	44,5
15000	11,4	37,1	48,5
16000	13,1	39,9	53,0
17000	14,8	42,4	57,2
18000	16,6	44,9	61,5
19000	18,4	47,3	65,6
20000	20,4	50,0	70,4

Wir haben also Höhen-Unterschied 5596 Fuſs.

Tafel 6. Wegen Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung . . . . + 16 Fuſs.

Also beide zusammen = 5612 Fuſs.

21.

Einflufs der Dalton'schen Theorie.

Die Dalton'sche Theorie hat einen Einflufs, der so grofs ist, wie der der Schwere, allein mit dem entgegengesetzten Zeichen. Auf 10000 Fufs beträgt er 18 Fufs.

Ich werde von ihm umständlich im fünften Abschnitte reden.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fufs.	Unterschied in Fufs.	Höhe über der See in Fufs.	Unterschied in Fufs.
1000	÷ 2,8 Ffs.	11000	÷ 19,0 Ffs.
2000	5,1	12000	19,5
3000	7,7	13000	19,6
4000	10,1	14000	20,0
5000	11,6	15000	20,0
6000	÷ 13,7 Ffs.	16000	÷ 19,7 Ffs.
7000	15,1	17000	19,1
8000	16,1	18000	18,6
9000	17,5	19000	17,5
10000	18,2	20000	16,9

Die Höhe des Monte Gregorio ist demnach . .	5612 Fufs.
Die Dalton'sche Theorie giebt	÷ 13 Fufs.
	5599 Fufs.
Die geometrische Messung	5604 Fufs.
Unterschied	5 Fufs.

22.

Messung des Monte Gregorio am 1. Oct. 1809.

Polhöhe 45°.

October	Druck der Luft.	Wärme des Quecksilbers.	Wärme der Luft.
1809.	349,05 Linien.	71° F.	65° F.
1.	283,93 Linien.	49° F.	45° F.
		Mittlere Wärme	55° F.

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gabracht werden, auf 55° F.

Nämlich:

71° F. ÷ 55° F. = 16° F. und 55° F. ÷ 49° F. = 6° F.

349,05 Linien
Für 16° F. Untersch. nach Taf. 1. ÷ 0,55 Linien
348,45 Linien bei 55° F.

283,93 Linien
Für 6° F. Untersch. nach Tafel 1. + 0,17 Linien
284,10 Linien bei 55° F.

unten 348,45 Linien bei 55° F.
oben ÷ 284,10 Linien bei 55° F.
Unterschied 64,35 Linien bei 55° F.

Diese 64,35 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 55° F. einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls 55° F. warm war.

Für 284 Lin. giebt Tafel 2 = 7042 Ffs.
Für 0,10 » » » 2 ÷ 9 Ffs.
284,10 Linien . . . . . = 7033 Ffs.

Für 384 Lin. giebt Taf. 2 = 1740 Ffs.
Für 0,45 » » » 2 ÷ 33 Ffs.
348,45 Linien . . . . . = ÷ 1707 Ffs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied = 5326 Ffs.

Unverbesserter Höhen-Unterschied = 5326 engl. Ffs.
Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.
Für 5000 Fufs und 55° F. = 240
300 Fufs und 55° F. = 14
26 Fufs und 55° F. = 1
255 Linien.
Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . 15 Fufs.
Tafel 5. Wegen der Schwere unterm 45° der Br. 0 Fufs.
Tafel 6. Wegen der Schwere in senkrechter Richtung . . . . . 16 Fufs.
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie ÷ 13 Fufs.
Die Messung mit der Quecksilberwaage . . . 5599 engl. Ffs.
Die geometr. Messung giebt 5259 pariser oder 5604 engl. Ffs.
Unterschied = 5 engl. Ffs.

5000	pariser Fufs sind	=	5328	engl.	Fufs.
200	» » »	=	213	»	»
59	» » »	=	63	»	»
5259	pariser Fufs sind	=	5604	engl.	Fufs.

23.

Messung des Pic du Midi, den 12. Sept. 1803.

Polhöhe 43°.

September 1803.	Druck der Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Mittlere Wärme.
12.	349,11 Lin.	74°,4 F.	78°,2 F.	64°,4 F.
	256,83 Lin.	59°,8 F.	50°,6 F.	

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, auf 64°,4 F.

Nämlich:

74°,4 F. ÷ 64°,4 F. = 10° F.
und 64°,4 F. ÷ 59°,8 F. = 4°,6 F.

	349,11	Linien
Für 10° F. Untersch. nach Taf. 1.	÷ 0,34	Linien.
	348,77	Linien bei 64°,4 F.
	256,83	Linien
Für 4°,6 F. Untersch. nach Taf. 1.	+ 0,12	Linien
	256,95	Linien bei 64°,4 F.
unten	348,77	Linien bei 64°,4 F.
oben	÷ 256,95	Linien bei 64°,4 F.
Unterschied	= 91,82	Linien bei 64°,4 F.

Diese 91,82 Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 64°,4 F. einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls 64°,4 F. warm war.

Für 256 Lin. giebt Tafel 2 = 9751 Ffs.
Für 0,95 » » » 2 ÷ 96 Ffs.
256,95 Linien . . . . . = 9655 Ffs.

102
95
510
918
96,90

Für 348 Lin. giebt Tafel 2 = 1740 Ffs.
Für 0,77 » » » 2 ÷ 57 Ffs.
348,77 Linien . . . . . = ÷ 1683 Ffs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied = 7972 Ffs.

75
77
525
525
57,75

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 7000 Fuſs und 64°4 F. = 470
Für 900 Fuſs und 64°4 F. = 61
Für 72 Fuſs und 64°4 F. = 5
Für 7972 . . . . . = 536 egl. Ffs.

Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . . . 32 egl. Ffs.
Tafel 5. Die Schwere unterm 43° der Breite . . 2 egl. Ffs.
Tafel 6. Die Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung . . . . . 24 egl. Ffs.
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie ÷ 16 egl. Ffs.
Die Messung mit der Quecksilberwaage 8550 egl. Ffs.
Die geometrische Messung giebt . . . . . 8571 egl. Ffs.
Unterschied = 21 egl. Fuſs.

Die geometrische Messung giebt 8044 pariser Fuſs.

8000	pariser Fuſs	sind	=	8525	englische	Fuſs.
40	»	»	»	=	42	»	»
4	»	»	»	=	4	»	»
8044	pariser Fuſs	sind	=	8571	englische	Fuſs.

24.

Messung des St. Michaelis-Thurm in Hamburg, den 21. October 1802.

Polhöhe 53°,33 Min.

Als ich im Jahr 1802 in Hamburg war, maſs ich den St. Michaelis-Thurm. Die Höhe des Thurms ist 429 engl. Fuſs und bis ins Cabinet 352 engl. Fuſs.

Octob. 1802. 21.	Stand der Quecksilber-Waage.		
	Unten 361,88 engl. Lin.	51° F.	Mittl. Wärme.
	Oben 357,44 engl. Lin.	55° F.	53° F.

Zuerst müssen nun die beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, nämlich auf 53° F.

Bei der untern Station müssen zu 51° F. 2° F. addirt werden, und von 55° F. müssen 2° F. abgezogen werden.

		361,88 engl. Linien.
Für 2° F. Untersch. nach Tafel 1.	+	0,07 engl. Linien.
		361,95 egl. Lin. bei 53° F.
		357,44 engl. Linien.
Für 2° F. Untersch. nach Tafel 1.	÷	0,07 engl. Linien.
		357,37 egl. Lin. bei 53° F.
unten		361,95 egl. Lin. bei 53° F.
oben	÷	357,37 egl. Lin. bei 53° F.
Unterschied		4,58 egl. Lin. bei 53° F.

Diese 4,58 engl. Linien Unterschied sind nun die Quecksilbersäule, welche bei 53° F. Wärme einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, welche ebenfalls 53° F. warm war.

Für 357 Lin. giebt Tafel 2 = 1074
Für 0,37 » » » 2 ÷ 27
357,51 Linien . . . . . = 1047 Fuſs.

73
37
511
219
27,01

Für 361 Lin. giebt Tafel 2. = 783
Für 0,95 » » » 2. ÷ 68
361,95 Linien . . . . . ÷ 715 Fuſs.
Unverbesserter Höhen-Unterschied = 332 Fuſs.

72
95
360
648
68,40

Tafel 3. Verbesserung wegen der Wärme der Luft.

Für 300 Fuſs und 53° F. = 13
Für 32 Fuſs und 53° F. = 1
14 egl. Fſs.

Tafel 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . + 0,9 egl. Fſs.
Tafel 5. Bericht. wegen der anziehenden Kraft ÷ 0,3 egl. Fſs.
Tafel 6. Bericht. wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung . . . . . + 0,9 egl. Fſs.
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie . . ÷ 1,0 egl. Fſs.
Messung mit der Quecksilberwaage . . = 346,3 egl. Fſs.
Die Berichtigung des Gefäſses . . . . . + 5,9 egl. Fſs.
Messung mit der Quecksilberwaage . . = 352,2 egl. Fſs.
Die Messung gab . . . . . = 352,0 egl. Fſs.
Unterschied 0,2 egl. Fſs.

25.

Rechnungs - Beispiel.

Den 4. October 1809 beobachteten Herr d'Aubuisson und Herr Mallet unten und oben auf dem Monte Gregorio folgende Stände der Quecksilberwaage:

Unten stand die Quecksilberwaage	353,04	Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war	61°	F.
Die Wärme der Luft war	60°	F.
Oben stand die Quecksilberwaage	268,33	Linien.
Die Wärme des Quecksilbers war	40°	F.
Die Wärme der Luft war	36°	F.
Die mittlere Wärme der Luftsäule war . .	48°	F.

Wie grofs ist die Quecksilbersäule?
Wie grofs ist die Luftsäule?

ENGLISCHE LINIEN.

Inhalt der Tafeln.

Nro. 1. Enthält die Berichtigungen der Wärme des Quecksilbers.

Nro. 2. Enthält die Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Nro. 3. Enthält die Ausdehnung der Luftschichten durch die Wärme.

Nro. 4. Enthält die Berichtigung wegen der Feuchtigheit der Luftschichten.

Nro. 5. Enthält die Veränderung der Schwere, in Hinsicht der Breite.

Nro. 6. Enthält die Abnahme der Schwere, in Hinsicht der Höhe.

Nro. 7. Enthält die Dalton'sche Theorie.

Nro. 8. Enthält die Verwandlung der Fahrenheit'schen Grade in Reaumur'sche.

Nro. 9. Enthält die Verwandlung der Pariser Fuss in Londoner.

Nachgesehen
von Valentin Ochsen
den 31. August 1830.

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Fahrenheit dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{9990}$ aus.)

Wärme. F.	31 Zoll oder 372 Lin.	30 Zoll oder 360 Lin.	29 Zoll oder 348 Lin.	28 Zoll oder 336 Lin.	27 Zoll oder 324 Lin.	26 Zoll oder 312 Lin.
1°	0,04 L.	0,04 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.
2	7	7	7	7	7	6
3	11	11	10	10	10	9
4	15	14	14	13	13	13
5	19	18	17	17	16	16
6	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19
7	26	25	24	23	23	22
8	30	29	27	26	26	25
9	33	32	31	30	29	28
10	37	36	34	33	33	31
11	0,41	0,40	0,38	0,36	0,36	0,34
12	45	43	41	40	39	38
13	48	49	45	43	42	41
14	52	50	49	46	46	44
15	56	54	52	50	49	47
16	0,60	0,58	0 55	0,53	0,52	0,50
17	63	61	59	57	55	53
18	67	65	62	60	59	56
19	71	69	65	63	62	60
20	74	72	69	67	65	63
21	0,78	0,76	0,72	0,70	0,68	0,66
22	82	79	76	73	72	69
23	86	83	79	77	75	72
24	89	87	83	81	78	75
25	93	90	86	84	82	78
26	0,97	0,94	0,90	0,88	0,85	0,82
27	1,00	97	93	91	88	85
28	1,04	1,01	97	94	92	88
29	1,08	1,05	1,01	98	95	91
30	1,12	1,08	1,04	1,01	98	95

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Fahrenheit dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{9990}$ aus.)

Wärme. F.	25 Zoll oder 300 Lin.	24 Zoll oder 288 Lin.	23 Zoll oder 276 Lin.	22 Zoll oder 264 Lin.	21 Zoll oder 252 Lin	20 Zoll oder 240 Lin.
1°	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,03 L.	0,02 L.
2	6	6	6	5	5	5
3	9	9	8	8	8	7
4	12	12	11	11	10	10
5	15	15	14	13	13	12
6	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15
7	21	20	19	18	18	17
8	24	23	22	21	20	19
9	27	26	25	24	23	22
10	30	29	28	26	25	24
11	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27
12	36	35	33	32	30	29
13	39	38	36	34	33	32
14	42	41	39	37	35	34
15	45	44	41	40	38	36
16	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	39
17	51	49	47	45	43	0,41
18	54	52	50	48	45	44
19	57	55	53	50	48	46
20	60	58	55	53	51	48
21	0,63	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51
22	66	64	61	58	57	53
23	69	67	64	61	58	56
24	72	70	66	63	61	58
25	75	73	69	66	63	61
26	0,78	0,75	0,72	0,69	0,66	0,63
27	81	78	75	71	68	66
28	84	81	77	74	71	68
29	87	84	80	77	73	70
30	90	87	83	79	76	73

Tafel I.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

(Für 1 Grad Fahrenheit dehnt sich das Quecksilber $\frac{1}{9990}$ aus.)

Wärme. F.	19 Zoll oder 228 Lin.	18 Zoll oder 216 Lin.	17 Zoll oder 204 Lin.	16 Zoll oder 192 Lin.	15 Zoll oder 180 Lin.	14 Zoll oder 168 Lin.
1°	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.	0,02 L.
2	5	4	4	4	4	3
3	7	6	6	6	5	5
4	9	9	8	8	7	7
5	11	11	10	10	9	8
6	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10
7	16	15	14	14	13	12
8	18	17	16	16	15	13
9	21	19	18	17	16	15
10	23	22	21	19	18	17
11	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19
12	27	26	25	23	22	20
13	30	28	27	25	23	22
14	32	30	29	27	25	23
15	34	32	31	29	27	25
16	0,36	0,34	0,33	0,31	0,29	0,27
17	39	37	35	33	31	29
18	41	39	37	35	32	30
19	43	41	39	37	34	32
20	45	43	41	39	36	34
21	0,48	0,45	0,43	0,41	0,38	0,35
22	50	48	45	43	40	37
23	52	50	47	44	41	39
24	55	52	49	46	43	40
25	57	54	51	48	45	42
26	0,59	0,56	0,53	0,50	0,47	0,44
27	61	58	55	52	49	45
28	63	60	57	54	50	47
29	66	63	59	56	52	49
30	68	65	62	58	54	50

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 372 bis 300 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
372	70 F.	0 F.	336 L.	78 F.	2655 F.
71	70	70	35	78	2733
70	70	141	34	78	2811
69	71	211	33	79	2889
68	71	282	32	79	2968
67	71	353	31	79	3047
66	71	424	30	79	3125
65	71	496	29	79	3205
64	72	567	28	80	3284
63	72	639	27	80	3364
62	72	711	26	80	3444
61	72	783	25	80	3524
360	73	855	324	81	3604
59	73	928	23	81	3685
58	73	1001	22	81	3766
57	73	1074	21	81	3847
56	73	1147	20	82	3928
55	74	1220	19	82	4010
54	74	1294	18	82	4092
53	74	1368	17	82	4174
52	74	1442	16	83	4256
51	74	1516	15	83	4339
50	75	1590	14	83	4422
49	75	1665	13	84	4505
348	75	1740	312	84	4589
47	75	1815	11	84	4672
46	76	1890	10	84	4757
45	76	1966	9	84	4841
44	76	2041	8	85	4925
43	76	2117	7	85	5010
42	77	2193	6	85	5095
41	77	2270	5	85	5181
40	77	2347	4	86	5266
39	77	2424	3	86	5352
38	77	2501	2	86	5439
37	77	2578	1	87	5525

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 300 bis 228 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
300 L.	87 F.	5612 F.	264 L.	99 F.	8948 F.
299	87	5699	63	99	9047
98	88	5786	62	100	9146
97	88	5874	61	100	9246
96	88	5962	60	101	9346
95	89	6050	59	101	9447
94	89	6139	58	101	9548
93	89	6228	57	102	9649
92	89	6317	56	102	9751
91	90	6406	55	102	9853
90	90	6496	54	103	9955
89	90	6586	53	103	10058
288	90	6677	252	104	10161
87	91	6767	51	104	10265
86	92	6858	50	105	10369
85	92	6950	49	105	10474
84	92	7042	48	105	10579
83	92	7134	47	106	10684
82	93	7226	46	106	10790
81	93	7319	45	107	10896
80	93	7412	44	107	11003
79	94	7505	43	108	11109
78	94	7599	42	108	11217
77	94	7693	41	108	11325
	95	7787	240	109	11433
75	95	7882	39	109	11542
74	95	7977	38	110	11651
73	96	8072	37	111	11761
72	96	8168	36	111	11872
71	97	8264	35	112	11982
70	97	8361	34	113	12094
69	97	8459	33	113	12205
68	97	8556	32	113	12318
67	98	8653	31	113	12430
66	98	8751	30	114	12543
65	99	8849	29	114	12657

Tafel II.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Von 228 bis 156 Linien.

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschicht.	Steigen des Beobachters.
228 L.	115 F.	12771 F.	192 L.	136 F.	17254 F.
27	115	12886	91	137	17391
26	116	13001	90	137	17528
25	116	13117	89	138	17665
24	117	13233	88	139	17804
23	117	13350	87	140	17943
22	118	13467	86	140	18083
21	118	13585	85	141	18223
20	119	13703	84	142	18364
19	119	13822	83	143	18507
18	120	13941	82	143	18650
17	121	14061	81	144	18793
216	121	14182	180	145	18938
15	121	14303	79	146	19083
14	122	14424	78	147	19229
13	122	14547	77	148	19376
12	123	14669	76	149	19524
11	124	14793	75	149	19673
10	124	14917	74	151	19822
9	125	15041	73	151	19973
8	126	15166	72	152	20124
7	127	15292	71	153	20276
6	127	15419	70	154	20429
5	128	15545	69	155	20583
204	128	15673	168	156	20738
3	129	16801	67	157	20893
2	130	15930	66	158	21050
1	130	16060	65	158	21208
200	130	16190	64	160	21366
199	131	16320	63	160	21526
98	132	16452	62	162	21686
97	133	16584	61	163	21848
96	133	16717	60	163	22011
95	134	16850	59	165	22174
94	135	16984	58	165	22339
93	135	17119	57	167	22504

Tafel III.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luftschichten.

(Die Luft dehnt sich $\frac{1}{479,9}$ für jeden Grad Fahrenh. aus.)

Grad nach Fahrenheit.	Für 1000 Fuſs.	Für 2000 Fuſs.	Für 3000 Fuſs.	Für 4000 Fuſs.	Für 5000 Fuſs.	Für 6000 Fuſs.	Für 7000 Fuſs.	Für 8000 Fuſs.	Für 9000 Fuſs.
33°F.	2	4	6	8	10	13	15	17	19
34	4	8	13	17	21	25	29	33	38
35	6	13	19	25	31	38	44	50	57
36	8	17	25	33	42	50	58	69	75
37	10	21	31	42	52	63	73	83	94
38	13	25	38	50	63	75	88	100	113
49	15	29	44	58	73	88	102	117	131
40	17	33	50	67	83	100	117	133	150
31	19	38	56	75	94	113	133	150	169
42	21	42	63	83	104	125	146	167	188
43	23	46	69	92	115	138	161	183	207
44	25	50	75	100	125	150	175	200	225
45	27	54	81	108	135	163	190	217	244
46	29	58	88	117	146	175	204	233	263
47	31	63	94	125	156	188	219	250	281
48	33	67	100	133	167	200	234	266	300
49	35	71	106	142	177	213	248	283	319
50	38	75	113	150	188	225	262	300	338
51	40	79	119	158	198	238	277	317	356
52	42	83	125	167	208	250	292	337	375
53	44	88	131	175	219	263	307	350	394
54	46	92	137	183	229	275	321	366	412
55	48	96	144	192	240	288	336	383	432
56	50	100	150	200	250	300	350	400	450
57	52	104	156	208	260	313	365	417	469

Tafel III.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luftschichten.

(Die Luft dehnt sich $\frac{1}{479,9}$ für jeden Grad Fahrenh. aus.)

Grad nach Fahrenheit.	Für 1000 Fuſs.	Für 2000 Fuſs.	Für 3000 Fuſs.	Für 4000 Fuſs.	Für 5000 Fuſs.	Für 6000 Fuſs.	Für 7000 Fuſs.	Für 8000 Fuſs.	Für 9000 Fuſs.
58°F.	54	108	163	217	271	325	379	434	488
59	56	112	169	225	281	337	394	450	506
60	58	117	175	233	292	350	408	466	525
61	60	121	181	242	302	362	423	483	544
62	63	125	187	250	313	375	438	500	563
63	65	129	194	258	323	388	452	517	581
64	67	133	200	266	333	400	466	533	599
65	69	137	206	275	344	412	481	550	618
66	71	142	212	283	354	425	496	566	637
67	73	146	219	292	365	437	510	583	656
68	75	150	225	300	375	450	525	600	675
69	77	154	231	308	386	463	540	616	694
70	79	158	238	317	396	475	554	634	713
71	81	162	244	325	406	487	568	650	731
72	83	167	250	333	417	500	583	666	750
73	85	171	256	342	427	512	598	683	769
74	88	175	263	350	438	525	613	700	788
75	90	179	269	358	448	538	627	717	806
76	92	183	275	366	458	550	641	737	824
77	94	187	281	375	469	562	656	750	843
78	96	192	287	383	479	575	671	766	862
79	98	196	294	392	490	588	685	783	880
80	100	200	300	400	500	600	700	800	900
81	102	204	306	408	511	613	715	817	919
82	104	208	313	417	521	625	729	834	938

Tafel IV.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Für eine Berghöhe von 10000 Fuſs beträgt diese:

Im Januar .	+ 17 Fuſs.		Im Juli . .	+ 48 Fuſs.
Februar . .	18 »		August . .	48 »
März . . .	20 »		September .	40 »
April . . .	24 »		October . .	27 »
Mai	35 »		November .	24 »
Juny . . .	41 »		December .	18 »

Das ganze Jahr hindurch ist es auf 10000 Fuſs, 30 Fuſs.

Tafel V.

Tafel zur Berichtigung wegen der Veränderung der anziehenden Kraft in Hinsicht der geographischen Breite.

Für einen Berg von 10000 Fuſs beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fuss.
0 °	+ 28 Fſs.	45 °	— 0 Fſs.
5	27	50	5
10	26	55	10
15	24	60	14
20	21	65	18
25	18	70	21
30	14	75	24
35	10	80	26
40	5	85	27
45	0	90	28

Tafel VI.

Verbess. wegen Abnahme der Schwere in senkr. Richtung.

Berghöhe über der See.	Verbesserung wegen der Luftschichten.	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
1000	+ 0,1 Fuſs.	+ 2,4 Fuſs.	+ 2,5 Fuſs.
2000	0,2	4,7	4,9
3000	0,5	7,5	8,0
4000	0,8	9,8	10,6
5000	1,3	12,9	14,2
6000	1,8	16,0	17,8
7000	2,5	18,0	20,5
8000	3,3	21,0	24,3
9000	4,1	23,2	27,3
10000	5,1	25,0	30,1
11000	6,2	27,3	33,5
12000	7,3	31,0	38,3
13000	8,6	32,4	41,0
14000	9,9	34,6	44,5
15000	11,4	37,1	48,5
16000	13,1	39,9	53,0
17000	14,8	42,4	57,2
18000	16,6	44,9	61,5
19000	18,4	47,3	65,7
20000	20,4	50,0	70,4

Tafel VII.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fuss.	Unterschied in Fuss.	Höhe über der See in Fuss.	Unterschied in Fuss.	Höhe über der See in Fuss.	Unterschied in Fuss.	Höhe über der See in Fuss.	Unterschied in Fuss.
1000	÷ 2,8	6000	÷ 13,7	11000	÷ 19,0	16000	÷ 19,7
2000	5,1	7000	15,1	12000	19,5	17000	19,1
3000	7,7	8000	16,1	13000	19,6	18000	18,6
4000	10,1	9000	17,5	14000	20,0	19000	17,5
5000	11,6	10000	18,2	15000	20,0	20000	16,9

Tafel VIII.

Verwandlung der Fahrenheit'schen Grade in Reaumur'sche.

Fahr.	Reaum.	Fahr.	Reaum.
32	0 °0	62	13°,32
33	0,44	63	13,76
34	0,89	64	14,21
35	1,33	65	14,65
36	1,78	66	15,10
37	2,22	67	15,54
38	2,66	68	15,98
39	3,11	69	16,43
40	3,55	70	16,87
41	4,00	71	17,32
42	4,44	72	17,76
43	4,88	73	18,20
44	5,33	74	18,65
45	5,77	75	19,09
46	6,22	76	19,54
47	6,66	77	19,98
48	7,10	78	20,42
49	7,55	79	20,87
50	7,99	80	21,31
51	8,44	81	21,76
52	8,88	82	22,20
53	9,32	83	22,64
54	9,77	84	23,09
55	10,21	85	23,53
56	10,66	86	23,98
57	11,10	87	24,42
58	11,54	88	24,86
59	11,99	89	25,31
60	12,43	90	25,75
61	12,88	91	26,20

Tafel IX.

Verwandlung der Pariser in Londoner Fuſs.

(Ein Londoner Fuss hat 135,15 par. Linien.)

Paris. Fuſs.	London. Fuſs.
1000	1066
2000	2131
3000	3197
4000	4262
5000	5328
6000	6394
7000	7459
8000	8525
9000	9590
10000	10656
11000	11722
12000	11787
13000	13853
14000	14918
15000	15984
16000	17050
17000	18115
18000	19181
19000	20246
20000	21312

Fünfter Abschnitt.

Fehler der Messung und Fehler der Tafeln.

Fehler der Messung und Fehler der Tafeln.

1.

Fehler bei Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

Wenn man von Fehlern der Messung und von Fehlern der Tafeln spricht, so können diese nur ganz klein sein.

Die erste Tabelle enthält die Berichtigungen der Wärme des Quecksilbers.

Herr de Luc nahm an, dafs für 27 Zoll, welches die Länge des Quecksilbers ist, sich vom Eispunkte bis zum Siedpunkte genau um einen halben Zoll ausdehne.

Dieses war im Jahr 1772. Dieses giebt für 1 Grad R. $\frac{1}{4320}$.

Lavoisier und Laplace nahmen in den neunziger Jahren an, dafs das Quecksilber sich bei 27 Zoll Länge vom Eispunkte bis zum Siedpunkte um 0,498 Zoll ausdehne.

Dieses gab für 1° R. $\frac{1}{4330}$.

Dulong und Petit haben im Jahre 1818 die Ausdehnung des Quecksilbers aufs Neue untersucht, und gefunden, dafs es sich um 0,486 Zoll ausdehne.

Dieses ist für 1° R. $\frac{1}{4440}$.

Obschon dieses bedeutend von de Luc, Lavoisier und Laplace abweicht, so ist doch der Einflufs den es hat, nur klein.

Er beträgt beim Monte Gregorio auf 5259 Fufs nur 1,8 Fufs.

Die Art, wie sie hierbei verfahren, ist äufserst genau, und man kann annehmen, dafs die ganze Bergmessung nur 3 Zoll ungewifs ist. Das beträgt also $\frac{1}{27000}$ Theil des Ganzen.

Diess ist also Fehler der Tafeln.

Was nun den Fehler der Beobachtung betrifft, so kann man diesen auf 0°,5 R. annehmen. Das ist also 0,003 Zoll bei 28 Zoll. Dieses beträgt auf den Montblanc $3\frac{1}{2}$ Fufs oder $\frac{1}{3895}$ des Ganzen.

Dieses ist also Fehler der Beobachtung.

Hiernach ist die Tafel Nro. 1 berechnet, nämlich:

$\frac{1}{4440}$ thun 348 Linien, was thun 10° R.?

Antw. 0,78 Linien.

Auf diese Weise kommt das Queksilber in der Quecksilberwaage auf die wahre mittlere Temperatur der Luft.

Die Tabelle Nro. 1 geht bis 15° R. Da die untere $\div$ und die obere $+$ ist, so geht sie bis 30° R.

Bei der Messung des Montblanc war die mittlere Temperatur der Luft 10°,15 R. Die Wärme des Quecksilbers in der Quecksilberwaage unten war $+$ 19°,2 R. und 9° wurden abgezogen. Oben war es $+$ 1°,2 und hier wurde die Wärme von 9° hinzugefügt, so dafs sie also $+$ und $\div$ 9° hatten. $+ 9^{\circ} \div 9^{\circ} = 18^{\circ}$. 9° betragen nach Tafel 1 bei 27 Zoll $\div$ 0,055 Zoll, und 9° betragen bei 16 Zoll nach Tafel 1, wo die Quecksilberwaage auf dem Montblanc stand $+$ 0,032 Zoll. Beim Quecksilber stand der Wärmemesser oben auf der Spitze des Montblanc $+$ 1°,2 an der Quecksilberwaage.

2.

Fehler der Luftschichten.

Biot und Arago haben das Gewicht der Luft durch unmittelbares Messen bestimmt, indem sie einen gläsernen Luftballon auf die Luftpumpe auspumpten, und ihn hiernach wogen, dann liefsen sie wieder die Luft eindringen, und wogen ihn dann zum zweitenmal.

Sie fanden die Luft bei 0,76 Meter Stand der Quecksilberwaage folgende Zahlen, um die das Quecksilber schwerer ist, als die Luft.

	10462,6	= 1
	10461,1	= 1
	10463,0	= 1
	10465,5	= 1
Mittel	10463	= 1

Dieses ist 4,4 Unterschied bei vier Messungen..

Dieses ist also für die Breite von Paris das spezifische Gewicht des Quecksilbers, wenn man das Gewicht der völlig trocknen Luft bei 0° Wärme, und 0,76 Meter Stand der Quecksilberwaage gleich 1 setzt. Auf 45° Breite zurückgeführt, wird dieses spezifische Gewicht gleich 10466,8.

Also 4,4 Unterschied geben die 4 Messungen oder $\frac{10463}{4,4} = 2378$ zu 1.

Dieses wäre also die Fehlergränze.

Fourcroy nimmt das Gewicht des Quecksilbers zu 13,56 bis 13,60 an, das des Wassers gleich 1 gesetzt. Biot und Arago nehmen 13,59 bis 13,60 an. Wenn man auch mit Biot und Arago 1359 oder 1360 annimmt, so beträgt doch dieses 1 Fuſs auf 1360 Fuſs, weil man doch nicht wissen kann, ob 1359 oder 1360 das rechte ist.

Wir müssen daher annehmen, daſs das Gewicht der Luft gegen Quecksilber wie 1360 zu 1 ist,

Endlich haben wir auch die Genauigkeit zu untersuchen, welche die Schicht-Tafeln haben.

Diese ist in Pariser Linien wie 6320 zu 1.

In rheinl. Linien wie 6540 zu 1.

In engl. Linien wie 6740 zu 1.

Also den vierten Theil kleiner wie der Fehler des Quecksilbers.

3.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luft.

Lambert nahm die Luft in seiner Pyrometrie zu $\frac{1}{213,3}$ für jeden Grad Reaumur an.

De Luc gab in seinem Werke, was 1772 erschien, $\frac{1}{215}$ für jeden Grad Reaumur an.

Gay Lussac nahm im Jahre 1802 die Ausdehnung der Luft $= \frac{1}{213,3}$ für jeden Grad R. an.

Die Luft ist sehr genau untersucht worden von Engländern, Deutschen und Franzosen. Wir übergehen dieses, und halten uns blofs an Lambert und Gay Lussac.

Wenn man die mittlere Wärme auf 0°,5 R. annimmt, so ist dieses beim Monte Gregorio 12 Fufs, und man ist daher sicher, dafs man nicht um 12 Fufs irrt, wenn man die Wärme bis auf $\frac{1}{2}$ Grad genau hat. Dieses ist also 438 zu 1. Dieses kann man an einem einzelnen Beobachtungstage fehlen.

Aber wenn man mehrere Tage hat, wie z. B. beim Monte Gregorio, wo die Messung mit der Quecksilber-Waage sich durch den ganzen Monat October vertheilt, da können mit den zehnmaligen Messungen 1 bis 2 Fufs genau sein, weil das eine + und das andere ÷ war.

Wir können daher annehmen, dafs die Wärme der Luft fehlerhaft ist von 2500 zu 1, wenn man nämlich den ganzen October mifst, wie es beim Monte Gregorio der Fall war.

4.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Die Dünste sind leichter als die Luft, und sie betragen das ganze Jahr auf 10000 Fufs 30 Fufs. Wenn man das Gewicht der trocknen Luft = 1 setzt, so kommen auf die Dünste = 0,62.

Im Sommer haben wir mehr Dünste als im Winter, und im Juli 48 Fufs auf 10000 Fufs, wo man im Winter nur 17 Fufs auf 10000 Fufs hat.

Laplace nahm an, dafs der Werth der Luft, statt auf $\frac{1}{213,3}$ für jeden Grad R. wäre, für jeden Grad $\frac{1}{200}$ sei, und hiermit dachte er den Einflufs der Dünste zu verbessern.

Allein die Dünste betragen nicht so viel, und wenn man auch annimmt, dafs man um den vierten Theil fehlt, so ist dieses doch eine Kleinigkeit. Beim Monte Gregorio betrug die Messung + 14 Fufs wegen der Dünste. Gesetzt aber nun, man hätte den vierten Theil gefehlt, so ist dieses entweder 14 Fufs oder 18 Fufs, und ich glaube, dafs man einen Fehler von ein Viertel kann genau sein lassen, weil der Fehler sich auf den ganzen Monat October vertheilt. Also den zwölften Theil eines Jahrs.

Ich habe nach d'Aubuisson die Monate des Jahrs angegeben, und sie hiernach berechnet. Sie stehen im Journal de Physique vom Jahr 1810. Bei uns ist diese Tafel IV.

Diese enthält folgende Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Für einen Berg von 10000 Fufs beträgt diese:

Im Januar . .	+ 17 Fufs.	Im Juli . . .	+ 48 Fufs.
» Februar . . .	18 »	» August . . .	48 »
» März	20 »	» September . .	40 »
» April	24 »	» October . . .	27 »
» Mai	35 »	» November . .	24 »
» Juni	41 »	» December . .	18 »

Das ganze Jahr hindurch ist es auf 10000 Fufs = 30 Fufs.

Herr d'Aaubuisson stellte folgende Untersuchungen über die Feuchtigkeit der Luft an, welche mit dem Feuchtigkeitsmesser gemessen worden ist. Er nimmt hierzu den Feuchtigkeitsmesser von Saussure, wo ein blondes Menschenhaar die hygroskopische Substanz macht.

Nach Gay Lussac und Dalton drückt die Zahl 0,00375 die Wärme aus, um die die Luft sich ausdehnt, welches auch der Grad der Feuchtigkeit sein mag.

Herr d'Aubuisson hat diese Zahl zu 0,004 angenommen, um die Feuchtigkeit zu verbessern, wahrscheinlich weil er, wie Laplace, glaubte, feuchte Luft sich stärker ausdehne, wie trockne.

Um zu untersuchen, wie viel diese Annahme abweiche, so hat Herr d'Aubuisson folgendes Täfelchen berechnet:

WÄRMEMESSER.
Centesimal-Grad.

HAAR-HYGROMETER.	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
100	— 1,9	— 1,5	— 1,1	— 1,3	— 3,1	— 3,1	— 5,0	— 7,1
90	— 1,7	— 1,1	— 0,7	— 0,7	— 2,0	— 2,0	— 3,3	— 5,3
80	— 1,4	— 0,7	— 0,2	— 0,0	— 0,7	— 0,7	— 1,8	— 3,1
70	— 1,1	— 0,3	+ 0,3	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,0	— 0,8
60	— 0,8	+ 0,1	+ 0,9	+ 1,4	+ 1,9	+ 1,9	+ 1,9	+ 1,4
50	— 0,6	+ 0,5	+ 1,3	+ 2,0	+ 2,6	+ 2,6	+ 3,1	+ 3,4
40	— 0,4	+ 0,8	+ 1,7	+ 2,5	+ 3,3	+ 3,3	+ 4,5	+ 4,8

Wenn man nämlich den 100gradigen Wärmemesser und das Hygrometer beobachtet hat, und berechnet nun nach D'Aubuisson die Ausdehnung der Luft, so findet man z. B. auf 1000 Fuſs = 1,9 Unterschied, wenn nämlich der Wärmemesser auf 0° und der Feuchtigkeitsmesser auf 100 steht, und man annimmt, daſs diese Berichtigung für die Ausdehnung der Luft sei 0,004.

Gewöhnlich steht der Wärmemesser zwischen 10° und 20° und das Haar-Hygrometer zwischen 70° und 90° und dann begeht man wie man aus der Tafel siehet, $\frac{1}{1000}$ Fehler.

Wenn es aber feucht und sehr kalt ist, so geht der Fehler auf $\frac{2}{1000}$ Theile, wenn es nämlich nicht friert.

Beim Monte Gregorio hat man aber gar keinen Frost gehabt. Nimmt man aber aus jedem der 12 Monate die mittlere Wärme und die mittlere Feuchtigkeit, so wie sie z. B. in Genf statt gefunden hat, so findet man folgende Unterschiede:

Im Januar	÷ 1,7	tausend Theile.		Im Juli	÷ 0,3	tausend Th.	
„ Februar	÷ 1,5	„	„	„ August	÷ 0,2	„	„
„ März	÷ 0,5	„	„	„ Septemb.	÷ 0,3	„	„
„ April	÷ 0,2	„	„	„ October	÷ 0,7	„	„
„ Mai	÷ 0,0	„	„	„ Novemb.	÷ 0,9	„	„
„ Juni	÷ 0,1	„	„	„ Dezemb.	÷ 1,5	„	„

Bei dem Monte Gregorio wären also auf 1000 Fuſs $= \frac{7}{10000}$ Fuſs Unterschied gewesen, also auf 5259 Fuſs $= \frac{37}{10000}$ Fuſs. Der ganze Unterschied beträgt nur 3,6 Fuſs. Da er ein ganzer Monat beträgt, so muſs er abgezogen werden. Also 13,5 Fuſs ÷ 3,6 Fuſs = 9,9 Fuſs. Dieses ist der Feuchtigkeitsmesser beim Monte Gregorio im Monat October.

Wenn man den Feuchtigkeitsmesser beim Monte Gregorio im Monat October berechnet, so hat man folgendes.

Oct. 1809.	Berechnete Höhe in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile des Ganzen	Oct. 1809.	Berechnete Höhe in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile des Ganzen.
1	5253,4 F.	÷ 6,1	$\frac{1}{862}$	4	5256,4 F.	÷ 3,1	$\frac{1}{1697}$
7	5258,4 „	÷ 1,1	$\frac{1}{4781}$	8	5259,4 „	÷ 0,1	$\frac{1}{52595}$
17	5252,4 „	÷ 7,1	$\frac{1}{740}$	18	5273,4 „	+ 13,9	$\frac{1}{378}$
20	5266,4 „	+ 6,9	$\frac{1}{762}$	25	5249,4 „	÷ 10,1	$\frac{1}{521}$
30	5272,4 „	+ 12,9	$\frac{1}{408}$	31	5265,4 „	+ 5,9	$\frac{1}{891}$
	5260,6 Fuſs im Mittel.				5260,8 Fuſs im Mittel.		

Bei dem Pic du Midi, der den 12. September 1803 gemessen wurde, beträgt der Unterschied nur auf 10000 Fuſs $= \frac{3}{10000}$. Also auf 8000 Fuſs gleich $\frac{24}{10000}$. Der ganze Unterschied beträgt 2,4 Fuſs.

Bei der Besteigung des Montblanc den 3. August 1787 stand der Haar-Feuchtigkeitsmesser oben 51° und unten 77°. Das Mittel war also 64°. Da die Wärme der Luft nur 10°,15 R. war, so ist dieses ungefähr 13° des hunderttheiligen Wärmemessers. Nach dem 1. Täfelchen hat man erst bei 64° Haar-Feuchtigkeitsmesser und bei 13° des hunderttheiligen Wärmemessers + 0,8 Fuſs Fehler auf 10000 Fuſs. Nach

dem 2. Täfelchen hat man im August nur $\frac{2}{10000}$ Fehler in Hinsicht des Feuchtigkeitsmessers.

Also auf 13639 Fuſs ist der Fehler nur 3 Fuſs der ganzen Höhe. Dieses ist begreiflich, da ein Fehler im August auf 10000 Fuſs nur 2 Fuſs Fehler hat.

5.

Berichtigung der Schwere in Hinsicht der geographischen Breite.

Wir haben oben gesehen, daſs die Luft am Ufer der See, und unter dem 45° der Breite zu 24488 Fuſs abgewogen worden.

Am Aequator ist bekanntlich die Schwere geringer, als auf dem 45° der Breite, theils wegen des gröſseren Schwunges, theils wegen der gröſseren Entfernung vom Erd-Mittelpunkte.

Ein Körper fällt um so schneller, je stärker die anziehende Kraft der Erde oder je stärker die Schwere ist.

Ein Pendel fällt oder schwingt um so schneller, je stärker die Schwere ist, und um so langsamer, je schwächer sie ist. Da also am Aequator die Pendel langsamer schwingen, so muſs man sie kürzer machen, wenn sie so schnell schwingen sollen, wie bei uns, denn bekanntlich schwingen kurze Pendel schneller. als lange.

Kennt man daher die Pendellänge zweier Orte, so kennt man auch das Verhältniſs, welches zwischen den anziehenden Kräften an beiden Orten statt findet. Man übersieht die Stärke der anziehenden Kraft auf allen Punkten der Erde, am leichtesten an einer kleinen Tafel, welche die Pendellänge für jeden Grad der Breite enthält. Sie ist nach den neuesten Bestimmungen berechnet, und sollte eigentlich in keiner physischen Geographie fehlen, da sie die genaue Bestimmung einer so merkwürdigen Thatsache enthält.

Die Tafel ist nach der Formel von Dr. Gauſs berechnet, 429, 20 + 3,40 mal Sinus ^{2} der Polhöhe.

Sie steht in den Versuchen über die Umdrehung der Erde. Dortmund bei Mallingckrodt. 1804.

Breiten-Grad.	Pendel-Länge. Par. Linien.	Breiten-Grad.	Pendel-Länge. Par. Linien.	Breiten-Grad.	Pendel-Länge. Par. Linien.
0	439,20	31	439,84	61	441,04
1	20	32	87	62	07
2	20	33	91	63	11
3	20	34	95	64	14
4	21	35	99	65	17
5	22				
6	439,23	36	440,03	66	441,20
7	24	37	07	67	23
8	25	38	11	68	26
9	26	39	15	69	29
10	27	40	19	70	32
11	439,29	41	440,23	71	441,35
12	30	42	27	72	37
13	32	43	32	73	40
14	34	44	36	74	42
15	36	45	40	75	44
16	439,38	46	440,44	76	441,46
17	40	47	48	77	48
18	43	48	53	78	50
19	45	49	57	79	51
20	48	50	61	80	53
21	439,51	51	440,65	81	441,54
22	54	52	69	82	55
23	57	53	73	83	56
24	60	54	77	84	57
25	63	55	81	85	58
26	439,66	56	440,85	86	441,59
27	69	57	89	87	59
28	73	58	93	88	60
29	76	59	96	89	60
30	80	60	441,00	90	60

Da nach der Tafel auf dem 45° der Breite, die Pendellänge 440,40 Linien und auf dem Aequator 439,20 Li-

nien ist, folglich um 1,2 Linien oder $\frac{1}{367}$ des Ganzen kleiner, so ist die Schwere auch um $\frac{1}{367}$ kleiner, und alle Luftschichten werden um so viel höher und leichter, weil sie um so viel weniger angezogen werden, und sie also wegen ihrer Federkraft sich um so viel mehr ausdehnen können.

Aus diesem Grunde wird die Luft am Aequator leichter, weil die Schwere geringer ist, und nach dem Pol hin nimmt die Dichtigkeit zu, eben der gröfseren Schwere wegen.

Unter 0° der Breite ist die Pendellänge 439,20 Linien.

Unter dem 45° der Breite ist die Pendellänge 440,40 Linien.

Unter dem 90° der Breite ist die Pendellänge 441,60 Linien.

Also Vermehrung vom Aequator bis zum Pol 2,4 Linien.

Für einen Berg von 10000 Fufs Höhe beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fufs.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fufs.
0°	+ 28	45°	÷ 0
5	27	50	5
10	26	55	10
15	24	60	14
20	21	65	18
25	18	70	21
30	14	75	24
35	10	80	26
40	5	85	27
45	0	90	28

Die Veränderung in Hinsicht der Schwere ist sehr geringe, und der Fehler der Tafeln beträgt auf 100000 nur 1.

6.

Berichtigung wegen Abnahme der Schwere in Hinsicht der senkrechten Richtung.

Die Schwere nimmt ebenfalls in senkrechter Richtung ab, und wenn man das Gewicht der Luft zu $\frac{1}{10495}$ setzt, so wird hierunter trockne Luft verstanden, welche unterm 45° der Breite, am Ufer der See abgewogen ist, als die Quecksilberwaage auf 28 Zoll stand, und der Wärmemesser auf 0°. Unter trockene Luft versteht man Stickluft, Sauerstoffluft und kohlensaure Luft.

Folgende Tafel zeigt die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Höhe	Schwere-Abnahme
für 1000 Fuſs	0,00010 Fuſs.
2000	20
3000	30
4000	40
5000	51
6000	0,00061
7000	71
8000	82
9000	92
10000	102
11000	0,00112
12000	122
13000	132
14000	142
15000	152
16000	0,00163
17000	173
18000	184
19000	194
20000	204

Die Abnahme der Schwere hat in senkrechter Richtung einen doppelten Einflufs aufs Höhenmessen mit der Quecksilberwaage.

1. Sind die obern Luftschichten dünner, als sie sein würden, wenn keine Schwere-Abnahme da wäre. Bei einer Luftsäule von 12000 Fufs ist die Anziehungskraft oben um 0,00122 kleiner als unten, also die Luft wegen dieses Umstandes um so viel dünner. Die mittlere Anziehungskraft der ganzen Luftsäule ist nur 0,00061 kleiner als unten. Dieses auf 12000 Fufs multiplizirt, gibt 7,3 Fufs Verbesserung.

2. Zugleich ist bei der Messung auf der Spitze des Berges das Quecksilber in der Quecksilberwaage leichter, als es am Fufse desselben war, eben weil die Schwere abnimmt.

Da aber die Quecksilberwaage eine Waage ist, auf der der Druck der Luft gegen den Druck im Quecksilber abgewogen wird, bei gleicher Wärme und bei gleicher Schwere, so mufs man die Beobachtung auf der Spitze des Berges auf die Schwere an der See zurückführen. Bei einem Berge von 12000 Fufs ist die Schwere oben 0,00122 geringer. Das Quecksilber steht noch auf 17 Zoll, ist also um 0,00122 Zoll, oder um 0,02 Zoll leichter als an der See; d. h. eine Quecksilbersäule von 17 Zoll auf dem Berge drückt nicht schwerer, als eine von 16,98 Zoll an der See.

Man mufs daher den obern Stand der Quecksilberwaage auf die Schwere am Ufer der See zurückführen, ehe man sie von einander abzieht. Ist dieses geschehen, so ist der Unterschied zwischen ihnen die Quecksilbersäule, welche der Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, bei gleicher Temperatur und bei gleicher Schwere.

Statt dafs man die 0,02 Zoll abzieht, um sie auf die Länge von 16,98 Zoll zu bringen, so kann man auch berechnen, wie viel diese 0,02 Zoll in Fufs betragen. Bei 12000 Fufs Höhe betragen 0,02 Zoll Fallen des Quecksilbers 30 Fufs Steigung. Man hat also:

Erste Verbesserung wegen des Dünnewerdens der Luft bei der Abnahme der Schwere . 7,3 Fuſs
Zweite Verbesserung wegen des Leichterwerdens des Quecksilbers . . . , . 30,0 Fuſs

Berichtigung für 12000 Fuſs Höhe = 37,3 Fuſs

Verbesserung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Berghöhe.	Verbesserung wegen der Luftschichten	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
1000	0,1 Fuſs	2,4 Fuſs	2,5 Fuſs
2000	0,2	4,7	4,9
3000	0,5	7,5	8,0
4000	0,8	8,8	10,6
5000	1,3	12,9	14,2
6000	1,8	16,0	17,8
7000	2.5	18,0	20,5
8000	3,3	21,0	21,3
9000	4,1	23,2	27,3
10000	5,1	25,0	30,1
11000	6,2	27,3	33,5
12000	7,3	30,0	37,3
13000	8,6	32,4	41,0
14000	9,9	34,6	44,5
15000	11,4	37,1	48,5
16000	13,1	39,9	53,0
17000	14,8	42,4	57,2
18000	16,6	44,9	61,5
19000	18,4	47,3	65,6
20000	20,4	50,0	70,4

Auch die Veränderung in Hinsicht der Schwere ist ebenfalls sehr geringe. Sie beträgt nach der Tafel, 1 auf 100000.

7.

Die Dalton'sche Theorie.

Wenn man Wasserdämpfe, die 0,3 Zoll Quecksilber tragen, in ein Gefäfs schüttet, was ebenfalls mit Quecksilber gesperrt ist, und man giefst dann 30 Zoll Stickluft hinein, oder 30 Zoll Sauerstoffluft, so wird es nicht zersetzt, wie es allerdings thun müfste, wenn man das Gefäfs mit 30 Zoll Quecksilber anfüllte.

Diese räthselhafte Erscheinung der Wasserdämpfe hatten schon früher Deluc, Lichtenberg und Volta auf die Vermuthung gebracht, dafs sie von der umgebenen Luft gar nicht gedrückt würden, sondern dafs sie für sich ihr Dasein hätten.

John Dalton in Manchester beschäftigte sich in den Vorlesungen der Chemie über Dampf und Luftarten.

Im Jahre 1803 sagte er folgendes, worin er diese räthselhafte Erscheinung aussprach:

»Dafs die Wasserdämpfe durch die Luft nicht zersetzt »werden, braucht uns gar nicht zu wundern, denn sie »werden gar nicht von ihr gedrückt. Wenn die »Wasserdämpfe in unserer Atmosphäre, das Quecksilber »auf ½ Zoll halten können, so stehen sie blofs unter dem »Drucke ihrer eigenen Atmosphäre, der nur einen halben »Zoll beträgt, und der nicht stark genug ist, um »sie zu zersetzen. Aber von der 27½ Zoll starken »Stickluft, Sauerstoffluft und kohlensauren Luft werden »sie gar nicht zersetzt, weil sie nichts von diesen em»pfinden.«

»Denn jedes kleine Theilchen Luft oder Dampf wirkt »nur auf die Theilchen seiner Gattung und nicht auf die »andern, die sich zwischen ihnen befinden.»

John Dalton war ein stiller anspruchsloser Quäker und Lehrer am Collegio zu Manchester. Seinen Unter-

halt verdiente er sich durch Unterricht in der Chemie und in der Mathemathik.

Eine Theorie, die alles umwarf, mufste natürlich sehr vielen Widerspruch erdulden.

Im Jahre 1807 war Professor Tralles der erste, der sie auf die Lehre vom Höhemessen mit der Quecksilberwaage anwandte. Sie steht in Gilbert's Annalen 1807. B. 27. S. 400. Professor Tralles erklärt sich gegen sie. Er gebrauchte bei ihr die Buchstaben-Rechnung.

Im Jahre 1811 beschäftigte ich mich viel mit der Theorie von Dalton. Ich liefs damals die Schweizer Briefe drucken.

Im Jahre 1812 machte ich eine Anzeige von Biot's, Lindenau's und Oltmann's Tafeln, über das Höhenmessen mit der Quecksilberwaage, in der Jenaer Litteratur-Zeitung.

Ich machte darauf aufmerksam, dafs die Dalton'sche Theorie die gemessene Höhe so genau gebe, wie keine andere. Denn nach der Dalton'schen Theorie hätte man beim Monte Gregorio folgendes:

October 1809	Berechnete Höhe in Fufs.	Unterschied in Fufs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.	October 1809	Berechnete Höhe in Fufs.	Unterschied in Fufs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.
1	5253,3	÷ 6,2 F.	$\frac{1}{848}$	4	5256,7	÷ 2,8 F.	$\frac{1}{1878}$
7	5256,1	÷ 3,4	$\frac{1}{1547}$	8	5257,3	÷ 2,2	$\frac{1}{2391}$
17	5251,6	÷ 7,9	$\frac{1}{666}$	18	5273,7	+ 14,2	$\frac{1}{370}$
20	5269,9	+ 10,4	$\frac{1}{506}$	25	5250,2	÷ 9,3	$\frac{1}{566}$
30	5272,8	+ 13,3	$\frac{1}{395}$	31	5261,7	+ 2,2	$\frac{1}{2391}$
	5260,7 Fufs im Mittel.				5259,9 Fufs im Mittel.		

Das Mittel aus den ersten Beobachtungen gab 5260,7 Ffs.
Das Mittel aus den letzten Beobachtungen gab 5259,9 Ffs.
Das geometrische Messung gab . . . 5259,5 Ffs.

Im Jahre 1812 machte ich diese in Gilberts Annalen bekannt, und lehrte es auch in meiner Trigonometrie, die ich im Jahre 1813 bei Schreiner herausgab.

Im Jahr 1820 gaben Berzelius und Dulong Versuche heraus, um die Dichtigkeit verschiedener elastischen Flüssigkeiten zu bestimmen. Sie stehen in den Annales de Chemie et Physique von Gay Lussac und Arago. 1820. Th. 15. S. 386.

Sie gehören wohl mit zu den genauesten, die wir haben.

Auch stehen sie in dem Lehrbuch der Chemie von Berzelius, welches in der Arnold'schen Buchhandlung in Dresden 1825 erschien.

Folgendes sind die Gewichte auf 28,18 Zoll Quecksilber nach Berzelius und Dalton.

	nach Berzelius.	nach Dalton.	Unterschied
Das Stickstoffgas .	21,2901 Zoll	21,2336	+ 0,0565
» Sauerstoffgas .	6,5716 »	6,4986	+ 0,0730
» Kohlens. Gas .	0,0280 »	0,0278	+ 0,0002
» Wassergas . .	0,2903 »	0,4200	÷ 0,1290
	28,1800 Zoll	28,1800 Zoll	

Nach Dalton ist es in England feuchter, weil es eine Insel ist. Es hat 0,42 Zoll Wassergas. Hingegen war es nach Berzelius, wo sie in Paris diese Versuche anstellten, nur 0,29 Zoll Wassergas. Dann ist die Bestimmung von Davy in Hinsicht des Sauerstoff-Gehalts etwas unsicher. Davy fand 1,128 für den Sauerstoff. Hingegen Biot fand 1,1036 für den Sauerstoff, und Berzelius fand 1,1026. Und dieses letztere ist wohl das richtige, die atmosphärische Luft gleich 1 gesetzt.

Nach Berzelius hat man folgende Angaben über die Mischungs-Verhältnisse der verschiedenen Luftarten, die unsere Atmosphäre bilden.

Namen der Luftarten.	1. Inhalt in 100 Theilen feucht. Luft.	2. Specifisches Gewicht der Luftart.	3. Antheil dem Gewichte nach in 100 Theilen feuchter Luft.
Gemeine Luft .	100,00	1,0000	100,00
Stickluft . . .	77,96	0,9691	75,55
Sauerstoffluft	21,15	1,1026	23,32
Kohlens. Luft .	0,07	1,526	0,10
Wasserdampf .	0,60	0,62	1,03
		Summe	100,00

Wenn der mittlere Stand der Quecksilberwaage 28,18 Zoll ist, so würde er ohne Wasserdampf-Atmosphäre, die 0,2902 Zoll ist, gleich 27,8898 Zoll sein.

Wenn der mittlere Stand der Quecksilberwaage 28,4153 Zoll ist, so würde er ohne Wasserdampf-Atmosphäre, die 0,4680 Zoll dem Raume nach ist, die drei Luftarten, Stickluft, Sauerstoffluft und kohlens. Luft 27,9473 Zoll sein.

Dieses ist mit Nr. 1. bezeichnet, und jenes mit Nr. 3.

Man erhält Nro. 3, wenn man es durch Nro. 2 dividirt, und der Quotient wird Nro. 1. 21,2900 : 0,9691 = 21,9688.

Folgendes sind die Quecksilberhöhen.

Namen der Luftarten.	1. Jede Luftart in Hinsicht des Raumes.	2. Gewicht jeder Luftart.	3. Höhe auf welcher jede Atmosphäre die Quecksilberwaage hält.
	Zoll.		
Stickluft-Atmosphäre	21,9688	0,9691	21,2900
Sauerstoffluft-Atmos.	5,9601	1,1026	6,5717
Kohlens. Luft-Atmos.	0,0184	1,526	0,0281
Gemeine trockene Luft	27,9473		27,8898
Wasserdampf-Atmos.	0,4680	0,62	0,2902
Gemeine Luft bei mittler Feuchtigkeit .	28,4153		28,1800

Ich habe sie auf die Angaben von Berzelius angewandt, die die genauesten sind die wir haben.

Namen der Luftarten.	Höhe auf welcher jede Atmosphäre die Quecksilberwaage hält.	Ihr Gewicht gegen Quecksilber bei 0° und 28 Zoll Druck.	Beständige Zahl.
Stickluft-Atmosphäre .	21,2900	$\frac{1}{10830}$	25270 Fuſs.
Sauerstoff-Atmosphäre	6,5717	$\frac{1}{9518}$	22208 »
Kohlensaures Gas . .	0,0281	$\frac{1}{6877}$	16046 »
Gemeine trockne Luft	27,8898	$\frac{1}{10495}$	24488 »
Wasserdampf-Atmos. .	0,2902	$\frac{1}{16927}$	39496 »
Gemeine Luft bei mittler Feuchtigkeit . .	28,1800	$\frac{1}{10555}$	24628 »

Hiernach habe ich folgenden Stand der Quecksilberwaage nach Dalton berechnet.

Nach Berzelius und Dulong.
1830.

Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.
1000	÷ 2,8	11000	÷ 19,0
2000	5,1	12000	19,5
3000	7,7	13000	19,6
4000	10,1	14000	20,0
5000	11,6	15000	20,0
6000	÷ 13,7	16000	÷ 19,7
7000	15,1	17000	19,1
8000	16,1	18000	18,6
9000	17,5	19000	17,5
10000	18,2	20000	16,9

Im Jahre 1809 mafs d'Aubuisson den Monte Gregorio bei Turin. Er fand seine Höhe nach einer geometrischen Messung 5259,5 Fufs, eine Messung, die nicht um $1\frac{1}{2}$ Fufs ungewifs ist. Er hat diese Messung im Journal de Lameterie im Juny und July 1810 beschrieben, und folgendes Ergebnifs bekannt gemacht.

Ich habe die Meter in pariser Fufs verwandelt, und die 100theilige Grade in 80theilige.

October 1809.	Druck der Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Druck der Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Mittlere Wärme der Luftsäule.
		R.	R.		R.	R.	R.
1	27,300	17°,4	14°,8	22,202	7°,5	5°,8	10°,3
4	612	12,9	12,4	395	3,3	1,8	7,1
7	497	15,0	14,9	348	7,0	3,0	9,0
8	494	15,0	14,7	326	4,7	2,6	8,6
17	418	15,9	16,0	351	8,4	7,9	11,9
18	27,532	15,6	15,6	22,425	8,9	7,9	11,8
20	625	15,3	13,0	473	8,5	6,5	9,8
25	842	14,7	14,3	719	10,0	10,0	12,2
30	51[illegible]	10,9	10,9	279	3,1	0,6	5,8
31	388	10,9	10,6	188	1,9	1,4	6,0

Herr D'Aubuisson beschäftigte sich den ganzen Monat October mit ihr, und las während den 10 Tagen die Quecksilberwaage oben fünfmal ab und unten fünfmal, nämlich: um 11 Uhr, $11\frac{1}{2}$, 12, $12\frac{1}{2}$ und 1 Uhr. Der, welcher unten ablas, war Herr Mallet, Ingenieur en chef des ponts et chaussées.

Bei den Höhenmessungen wurden Wiederholungskreise von Lenoir gebraucht, die 8 Zoll Durchmesser hatten. Die Länge der Standlinie war 670,2 Meter.

D'Aubuisson kannte nicht die Theorie von Dalton. Es war ihm nur darum zu thun, eine Formel für's Höhenmessen zu finden, die allen angenehm wäre. Weil fünfmal abgelesen wurde, so ist dieses nur das Mittel, und man sieht leicht ein, dafs der Unterschied nicht grofs sein kann.

Ich habe Tafel 4, die den Unterschied enthält, wegen der Feuchtigkeit der Luft im Monat October zu 13,5 Fufs angenommen. Dann aber noch wegen des Feuchtigkeitsmessers 3,6 Fufs abgezogen, so dafs also der Unterschied 9,9 Fufs macht.

Die Dalton'sche Theorie habe ich zu ÷ 11,7 Fufs angenommen.

Wendet man die Theorie von Dalton an, so hat man beim Monte Gregorio folgendes:

October 1809	Berechnete Höhe in Fufs. 1830.	Unterschied in Fufs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.	October 1809	Berechnete Höhe in Fufs. 1830.	Unterschied in Fufs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.
1	5253,4	÷ 6,1	$\frac{1}{862}$	4	5256,4	÷ 3,1	$\frac{1}{1696}$
7	5258,4	÷ 1,1	$\frac{1}{4781}$	8	5259,4	÷ 0,1	$\frac{1}{52595}$
17	5252,4	÷ 7,1	$\frac{1}{741}$	18	5273,4	+ 13,9	$\frac{1}{386}$
20	5266,4	+ 3,1	$\frac{1}{1696}$	25	5249,4	÷ 10,1	$\frac{1}{521}$
30	5272,4	+ 12,9	$\frac{1}{408}$	31	5265,4	+ 5,9	$\frac{1}{891}$
	5260,6 Fufs.				5260,8 Fufs.		

Die fünf ersten Beobachtungen geben . . 5260,6 Fufs
Die geometrische Messung gibt . . . 5259,5 Fufs

Unterschied 1,1 Fufs

Die fünf letzten Beobachtungen geben . .	5260,8	Fuſs
Die geometrische Messung giebt . . .	5259,5	Fuſs
Unterschied	1,3	Fuſs

Der aus den 5 ersten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,1 Fuſs, welches $\frac{1}{4781}$ des Ganzen ist.

Der aus den 5 letzten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,3 Fuſs, welches $\frac{1}{4045}$ des Ganzen ist.

Ich habe umständlich hiervon in folgender Schrift geredet:

Ueber die Dalton'sche Theorie von J. F. Benzenberg. Düsseldorf bei Schaub 1830.

8.

Uebersicht über den Fehler der Messung und über den Fehler der Tafeln.

Wir haben demnach, wenn wir die Fehler der Tafeln, und die Fehler der Beobachtung nehmen, folgendes:

Die Tafel Nro. 1. die die Berichtigung der Wärme des Quecksilbers enthält, ist die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, wie 1 zu 3895.

Die Tafel Nro. 2. enthält die Luftschichten, durch die man in die Höhe gestiegen ist, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 1360.

Tafel Nro. 3. enthält die mittlere Wärme der Luft, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 500.

Tafel Nro. 4. enthält die Feuchtigkeit der Luft, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 5000.

Tafel Nro. 5. enthält die Veränderung der Schwere in Hinsicht der Breite, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 100000.

Tafel Nro. 6. enthält die Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 100000.

Tafel Nro. 7. enthält die Dalton'sche Theorie, und die Wahrscheinlichkeit sich zu irren, ist wie 1 zu 10000

Dieses alles gilt von einer einzelnen Messung. Und wirklich ist beim Monte Gregorio die Messung die am meisten abweicht, nämlich die vom 18. October 1809 um $\frac{1}{386}$ fehlerhaft. Aber es gilt nicht, wenn von einer ganzen Reihe Beobachtungen die Rede ist, wie es beim Monte Gregorio der Fall war. Hier waren 10 Beobachtungs-Tage und da sich + und ÷ gegen einander aufheben, so war es wie 1 zu 4400 wie die Beobachtungen solches ausweisen.

Dieses sind alle Erfahrungen, welche bei der Theorie mit der Quecksilberwaage in Betracht kommen.

Sie sind einfach und genau und setzen weiter nichts voraus, als die gewöhnliche Rechenkunst.

Sechster Abschnitt.

Höhenmessungen eines ganzen Landes.

Die Höhenmessung eines ganzen Landes.

1.

Mittlerer Stand der Quecksilberwaage.

Im Jahre 1643 wurde die Quecksilberwaage von Torrizelli erfunden, und den 19. Dezember 1648 wandte Perrier, ein Schwager von Pascal, sie auf die Höhenmessung des Puy de Dome an. Bis zum Jahre 1800 waren 157 Jahre, dafs man die Quecksilberwaage hatte, um die Luft mit ihr zu wiegen.

Unsere Erde ist mit einem Luftkreis umgeben und je höher man in ihn steigt, desto niedriger steht die Quecksilberwaage.

Am Aequator stehen sie fast völlig gleich, und der Unterschied beträgt etwa nur 1 Linie. Aber in hohen Breiten, wie z. B. in Petersburg, steigt und fällt sie zwei Zoll. Bei 28 Zoll wiegt die Luftsäule, die auf 1 paris. Quadrat-Fufs drückt, 2210 Pfund. Also 2 Zoll höher oder tiefer macht auf den Quadratfufs 158 Pfund.

Man ist zuerst im mittleren Europa auf die Bestimmung vom mittleren Stande der Qnecksilberwaage gekommen. Weil aber das Quecksilber immer steigt und fällt, so hat man 10 Jahre gebraucht, um den mittleren Stand des Quecksilbers am Ufer der See zu haben.

In Venedig hat man 28,18 Zoll als mittleren Stand der Quecksilberwaage angegeben. Es liegt an der See, aber durchaus im festen Lande. Die mittlere Wärme ist 10° R.

Schuckburgh stellte im Jahr 1775, 132 Beobachtungen an, die in England und Italien angestellt worden

sind, und fand 28,185 Zoll p. Maafs. Die mittlere Wärme gleich 10° R. gesetzt.

Bugge in Copenhagen machte aus 48jährigen Beobachtungen, die er von 1750 bis 1798 anstellte, die mittlere Barometerhöhe zu 28,185 Zoll par. Maafs. Die mittlere Wärme des Quecksilbers gleich 10° R.

Herr von Silvabelle beobachtete in Marseille von 1783 bis 1792 mit einer Quecksilberwage, die ihm von Mannheim überschickt war, zu 28,18 paris. Zoll bei 10° R. Wärme.

Alle diese Beobachtungen sind auf die Höhe der See zurückgeführt. Wir haben demnach folgendes bei 10° R.:

1. Die von Venedig gaben	28,18 Zoll
2. Die von Schuckburgh im Jahre 1775 gaben	28,185 Zoll
3. Die von Bugge in Copenhagen von 1750 bis 1798 gaben	28,185 Zoll
4. Die von Silvabelle von 1783—1792 gaben	28,18 Zoll
Mittel	28,182 Zoll

Dieses ist der Stand der Quecksilberwaage am Ufer der See auf der ganzen Erde. 28,182 p. Zoll bei 10° R. oder 28,117 Zoll bei 0° R.

Am Aequator ist die Schwere geringer als auf dem Pol. Es macht auf die Pendellänge 2,4 Linien. Allein das Quecksilber ist leichter und die Luft ist leichter.

2.

Stand des Wärmemessers.

Aber der Stand des Wärmemessers ist verschieden. In Venedig z. B. ist er 10° R. Es liegt auf dem 45° 40′. In Cumana ist er 22°,2 R. Das macht, dafs Cumana auf 10°27′ nördl. Br. liegt. In Ullersvang bei Bergen ist er 5°,7 R. Das macht, dafs es auf 60°,19′ nördl. Br. liegt.

Folgendes Täfelchen enthält den Stand des Wärmemessers und der geograph. Breite des Orts.

Ort.	Beobachtet nach R.	Breite.
Cumana . . .	22°,2 R.	10°,27′
Neapel . . .	13°,9	40°,50′
Rom	12°,6	41°,53′
Toulouse . .	11°,6	43°,36′
Bordeaux . .	10°,9	44°,50′
Venedig . . .	10°,0	45°,40′
Paris	9°,4	48°,50′
Düsseldorf . .	7°,1	51°,13′
London . . .	8°,2	52°,30′
Bremen . . .	7°,0	53°,5′
Hamburg . .	6°,5	53°,33′
Copenhagen .	6°,2	55°,41′
Stockholm . .	4°,6	59°,20′
Ullersvang . .	5°,7	60°,19′
Cap Nord . .	0°,1	71°,30′

Den mittlern Stand der Quecksilberwaage an der See mufs man wenigstens auf 8 bis 10 Jahre beobachten, und ebenso den mittlern Stand des Wärmemessers.

Am genauesten ist wohl der mittlere Stand des Wärmemessers in Paris angegeben. Er ist in den Souteraines der Pariser Sternwarte, aus denen Bausteine schon seit einigen hundert Jahren gebrochen werden.

Hier hängt der Wärmemesser 87 Fufs unter Tage, und steht 11°,7 hunderttheilig über dem Gefrierpunkt des Wassers. Dieses sind 9°,4 R.

Sonst hatten sie 12°,075 hunderttheilig angegeben. Allein Hr. Arago entdeckte einen Fehler in der Theilung der Scale, welcher 0,38 Grad war. Dieses mufs abgezogen werden. Also 12°,075 ÷ 0,38 = 11°,695, welches zu 11°,7 angenommen wird, und das sind 9°,4 R. *).

*) Allein ausser diesem Fehler ist wahrscheinlich noch ein zweiter vorhanden. Dieses kommt von der Wärme der Erde, vermöge der auf 112 Fuss ein hunderttheiliger Grad mehr ist. Wenn 112 Fuss 1° thun, so thun 87 Fuss, 0,78 Grad, welche

Uebrigens ist das Täfelchen wohl nur bis auf ½ Grad genau. Man kann den Wärmemesser das ganze Jahr nach Norden hängen, und dann ihn täglich dreimal aufschreiben. Aber dann gehören 8 bis 10 Jahre dazu, ehe man einmal die mittlere Wärme hat.

Ich habe die Wärme vermittelst eines Wasserbrunnens bestimmt, der bis aufs Wasser 24 Fuſs unter der Straſse ist. Auf diese Weise habe ich 7°,3 R. bekommen. Da aber die Wärme der Erde für 140 Fuſs 1° zunimmt, so ist für 24 Fuſs 0°,2 R. Zunahme, die noch abgezogen werden müssen.

Also 7°,3 R. ÷ 0°,2 R. = 7°,1 R.

Bei einer Tiefe von 24 Fuſs kann man so ziemlich sicher sein, daſs man die mittlere Wärme hat, die es in dieser Tiefe haben muſs, und so gibt dieses ein bequemes Mittel um die mittlere Wärme der Erde seines Wohnortes zu bestimmen.

Herr Leopold v. Buch machte mich darauf aufmerksam, als ich ihn 1810 in der Schweiz sah.

3.

Die Höhenmessung im Bergischen von 1809.

Im Jahr 1809 lieſs der Präfekt, Graf von Borke, zwei Quecksilberwaagen, zwei Wärmemesser und zwei Feuchtigkeitsmesser kommen, die er dem Herrn Stadtrath Röſsler übergab, welcher dreimal des Tages damit beobachten muſste. Nämlich des Morgens um 8 Uhr, des Nachmittags um 2, und des Abends auch um 8 Uhr. Der Stadtrath Röſsler hat während 6 Jahren diese Beobachtungen angestellt. Er wohnte auf dem Karlsstädter Markt, und die Quecksilberwaage hing 26 Fuſs über dem Marktplatze. Von hier bis aufs Rheinwerft am Kranen

dafür müssen abgezogen werden. Man hat also 11°,7 ÷ 0,78 = 10°,92 hunderttheilig, welches 8°,74 R. ist. (Siehe über die warmen Quellen in Aachen von J. F. Benzenberg.)

sind etwa 5 Fuſs, und von hier bis Rotterdam an der See sind etwa 100 Fuſs, so daſs die Quecksilberwaage bei der Präfektur 131 Fuſs höher wie die See, hing.

Der Abstand des Werftes in Düsseldorf über der Höhe der See ist aber um 20 Fuſs ungewiſs, und er kann eben so gut 80 Fuſs wie 120 Fuſs betragen. Allein damals war es das einzige Datum, das man hatte. Jetzt kann man den Nullpunkt der Präfectur bis auf 5 Fuſs genau haben.

An der See hatte die Quecksilberwaage 28,182 p. Zoll bei 10° R. oder 28,117 p. Zoll bei 0° R.

Nun hing aber die Quecksilberwaage der Präfectur 131 Fuſs über der See, und setzt man die Quekksilberwaage auf 0° R. so hat man 28,117 Zoll ÷ 0,149 Zoll = 27,968 p. Zoll bei 0° R.

Wenn man die Höhe eines ganzen Landes messen will, so ist die beste Methode die, die ich im Jahre 1809 im Bergischen gebrauchte.

Der damalige Minister des Innern, Graf von Nesselrode, wollte die Höhenmessung mit der Quecksilberwaage haben, und er gab mir den Auftrag, solche zu machen. Ich hatte nämlich bei den Dreiecken der allgemeinen Landes-Vermessung eine Menge Punkte in ein System von Dreiecken gelegt. Die Höhe über der See machten für jeden Punkt die dritte Ordinate, und man konnte nun sehen, wie hoch er war. Die Länge und Breite machten die beiden andern Ordinaten.

Ich ging deswegen zuerst nach dem Siebengebirge, um die Höhe zu messen. Einen Trigonometer schickte ich von da ins Bergische, wo die hoch und tiefliegende Punkte waren, die ich gemessen hatte.

Die vorgeschriebene Genauigkeit war 10 bis 20 Fuſs. Dieses ist die Genauigkeit, die gebraucht wird, und das Messen mit der Quecksilberwaage geht dann rasch vorwärts.

Die Quecksilberwaagen waren von Loos in Büdingen. Die Scale war auf Glas geäzt, und vorher platt geschliffen.

Es war ein Gefäfs-Barometer und ein Heber-Barometer.

Die zweite Beobachtung liefs ich an der Quecksilberwaage der Präfektur machen, die 131 Fufs über der See hing. Das Düsseldorfer Werft am Kranen wurde zu 100 paris. Fufs über der See angenommen.

1) Vom Werft in Düsseldorf bis nach Königswinter am Fufse des Siebengebirges ist 70 Fufs, so dafs also der Rhein in Königswinter 170 paris. Fufs über der See ist.

2) Der Drachenfels ist 1023 Fufs über der See.
3) Die Wolkenburg ist 1022 Fufs.
4) Der Löwenberg ist 1422 Fufs.
5) Der Oelberg ist 1444 Fufs.
6) Die Petri-Kapelle ist 1050 Fufs.

Vom Siebengebirge besuchte ich den Lacher-See, der 1½ Stunde von Andernach liegt, und eine halbe Stunde von den berühmten Mühlenstein-Brüchen zu Nieder-Menning entfernt ist. Dieser See ist eine der merkwürdigsten Naturerscheinungen des Niederheins. Die Gegend in der er liegt, ist vulkanisch, und er selbst der ausgebrannte Krater eines Vulkans. Rund um den See liegt ein Wallgebirge, durch das ihm die Mönche der Abtei Lach einen künstlichen Ausflufs unter der Erde gemacht haben, der ihnen 80000 Thaler gekostet haben soll. Die Gegend ist sehr romantisch. Im Hintergrunde des Sees liegt die uralte Abtei.

In der Chronik, die sich im Refectorio befindet, finden sich folgende Ausmessungen des Sees.

A. 1694 indeme das Lacher See Ehlendick zugefroren gewesen, ist dessen Länge, Breite und Tiefe abgemessen, wie folgt:

die Länge in Werkschuh 8694 Fuſs.
» Breite . . . 7890 »
» Tiefe . . . 214 »
die Gröſse an gemeinem Landmaaſs 1323 Morgen.

7) Nach der Messung mit der Quecksilberwaage liegt der See über dem Rhein bei Andernach 670 Fuſs. Der Bach, der aus ihm herausfliesst, könnte mehrere Mühlen treiben.

(Das gäben herrliche Wasserkünste, gegen welche die Fontäne zu Versailles und selbst die groſse Fontäne zu Kassel nichts wären. Die Fontäne bei Versailles ist 80 Fuſs, und die bei Kassel 136 Fuſs hoch.)

8) Eine Stunde von Lach liegt ein Berg, der der Gänsehals heiſst. Er ist einer der Dreieckspunkte der französischen Messung. Ich maſs seine Höhe zu 732 par. Fuſs über dem Lacher See, und 1407 Fuſs über dem Rhein bei Andernach. Dieser Berg ist also höher wie der Löwenberg, der auch ein Signal-Punkt ist. Die Höhe des Gänsehals ist 1607 Fuſs über der See.*)

9) Elberfeld liegt 425 Fuſs höher als die See. Dieses ist die Höhe von der Isländer Brücke. Die Beobachtungen wurden von dem jetzt verstorbenen Dr. Pottgieser gemacht.

*) Herr Geh. Rath Nose hat 1790 in seinen orographischen Briefen über das Siebengebirge einen Fehler gemacht.

Nach ihm ist die Höhe der Wolkenburg 1482, des Drachenfels 1473, des Oelbergs 1827, des Löwenbergs 1896 rhein. Fuss über dem Rhein.

Diese Angaben gründen sich auf eine sogenannte trigonometrische Messung des Herrn Thomas. Es ist schwer, die Ursache eines Fehlers von 600 Fuss auf eine Höhe von 800, wie es bei dem Drachenfels der Fall ist, anzugeben. Wahrscheinlich ist in einem Dreieck eine Linie verwechselt worden. Indess ist dieser Irrthum in alle Beschreibungen des Siebengebirges übergegangen.

10) Der Lichtenplatz, wo die Chaussée von Elberfeld nach Ronsdorf über den Berg geht, liegt 1086 Fuſs über der See.

11) Die lutherische Kirche zu Lennep liegt 1018 Fuſs über der See, und die zu Remscheid 1075 Fuſs.

12) Die ref. Kirche zu Hückeswagen liegt 900 Fuſs, und in Wipperfürth die katholische 850 Fuſs über der See.

13) Die Agathen Kapelle bei Wipperfürth liegt 1148 Fuſs höher als die See.

14) Die Kohlenberger Kapelle liegt 1265 Fuſs über der See.

15) Der Hauberg 1392 und die Gummersbacher Hardt liegt 1380 Fuſs höher als die See.

16) Die Acher liegt bei Ründerath 460 Fuſs über der See.

17) Die hohe Warthe bei Ründerath 1142 Fuſs und

18) Der Immer (höchster Berg) 1154 Fuſs.

19) Die Kirche auf der Drabander Höhe liegt 1010 Fuſs und die im Odenspich 1266 Fuſs über der See.

Wenn man dieses weiſs, dann wundert man sich nicht mehr über die kümmerliche Vegetation, und die Armuth, die hier herrscht.

20) Denklingen liegt 800, Oberbreitenbach 946 und das Schloſs zu Homburg 888 Fuſs über der See.

21) Der Garten der Abtei zu Siegburg liegt 400 Fuſs über der See.

22) Die reformirte Kirche zu Solingen liegt 615 Fuſs, und die reformirte Kirche zu Wald 547 Fuſs über der See.

Die Höhe der Warthe bei Ründerath wurde noch durch Pastor Groſs in den achtziger Jahren gemessen, aber seine Messung ist nicht bis auf mich gekommen. Er war einer der ersten und besten Mathematiker.

Im Essen-Werdenschen Bergamts-Bezirk wird gegenwärtig gebaut unter der See.

Auf der Kohlenzeche	Saelzer und Nenuack	6	paris.	Fuſs
» » »	Gewalt	66	paris.	Fuſs
» » »	Kunstwerk	202	paris.	Fuſs
» » »	Wiesche	222	rhein.	F.*)

*) Ich habe im Jahre 1809 No. 99 und 103 des Westphäl. Anzeigers diese Höhenmessungen mitgetheilt.

Es war damals eine traurige Zeit, denn die Franzosen herrschten im Lande. Wie traurig es war, das geht aus dem Ende desselben hervor. Hier ist es:

„Indem ich diesen kleinen Beitrag zur vaterländischen Geo-„graphie schliesse, gedenke ich der alten Zeiten, wo Müller „in Schwelm, Möller in Elsing und mein Vater noch bei uns „waren, und sich so sehr an allem freuten, was auf das Va-„terland und auf das Fortschreiten der Kenntnisse in ihm Be-„zug hatte. Damals war es eine Lust zu schreiben und zu „arbeiten. Aber diese Zeiten kehren nicht wieder. Sie ru-„hen in ihren Kammern, und das, was ihre Seele betrüben „würde, geht ungestört an ihnen vorüber. Der Sturm der „Zeit hat die andere zerstreut, und die Ufer der Lenne sind „öde. In vielen Freunden ist der Muth geknickt, sie haben „keine Lust mehr am Wirken. Dieses Blatt, was uns sonst „alle verband wird auch hinscheiden, und jeder wird seinen „Weg einzeln gehen.“

4.

Berechnung der Berghöhen im paris., rhein. und engl. Fufsmaafse.

Wir wollen die verschiedene Maafse, die paris., rhein. und engl. Fufsmaafse hierhin setzen.

Namen der Höhenpunkte über dem Weltmeer.	Paris. Fufs 144 par. Linien.	Rhein. Fufs 139,13 par. Lin.	Engl. Fufs 135,15 par. Lin.
1. Das Werft in Düsseldorf	100	103	106
2. Der Rhein bei Königswinter	170	176	181
3. Der Drachenfels . . .	1023	1059	1089
4. Die Wolkenburg . . .	1022	1058	1088
5. Der Löwenberg . . .	1422	1471	1515
6. Der Oelberg	1444	1495	1538
7. Die Petri-Kapelle . .	1050	1087	1119
8. Der Lacher-See über Andernach	670	693	714
9. Der Lacher-See über dem Meer	870	900	927
10. Der Gänsehals über dem Rheine bei Andernach	1407	1456	1499
11. Der Gänsehals über dem Weltmeer	1607	1663	1712
12. Elberfeld	425	440	452
13. Der Lichtenplatz . . .	1086	1124	1157
14. Die lutherische Kirche zu Lennep	1018	1054	1084
15. Die Kirche zu Remscheid	1075	1112	1146

Namen der Höhenpunkte über dem Weltmeer.	Paris. Fuſs 144 par. Linien.	Rhein. Fuſs 139,13 par. Lin.	Engl. Fuſs 135,15 par. Lin.
16. Die reformirte Kirche zu Hückeswagen	900	931	959
17. Die katholische Kirche zu Wipperfürth . . .	850	880	905
18. Die Agathen-Kapelle bei Wipperfürth . . .	1148	1187	1224
19. Die Kohlenberger Kapelle	1265	1309	1348
20. Der Hauberg	1392	1441	1483
21. Die Gummersbacher Hardt	1380	1429	1470
22. Die Acher bei Ründerath	460	476	490
23. Die hohe Warthe daselbst	1142	1181	1216
24. Der Immer (höchster Berg)	1154	1192	1228
25. Die Kirche auf der Drabander Höhe . . .	1010	1046	1076
26. Die Kirche im Odenspich	1266	1310	1349
27. Denklingen	800	828	852
28. Oberbreitenbach . . .	946	978	1008
29. Des Schloſs zu Homburg	888	919	945
30. Der Garten der Abtei Siegburg	400	414	426
31. Die ref. Kirche in Solingen	615	637	655
32. Die ref. Kirche zu Wald	547	568	582

5.

Die Messung eines ganzen Landes, die bis auf 5 bis 10 Fufs genau sein soll.

Wenn man ein ganzes Land mifst, und dieses bis auf 5 bis 10 Fufs genau haben soll, in Stand-Linien von 500 bis 2000 Fufs, so mufs man nicht Höhenwinkel sondern Tiefenwinkel messen, und die Quecksilberwaage mufs auf dem höchsten Punkte der Umgegend sein, z. B. in Cronenberg, wenn die Gegend von Elberfeld gemessen werden soll, oder auf dem Löwenberg, wenn die Gegend vom Siebengebirge gemessen werden soll, oder auf dem Gänsehals, wenn die Gegend von Lach gemessen werden soll. Denn es ist vortheilhaft, wenn die Quecksilberwaagen einander sehen, und das können sie, wenn diejenige, die stationär ist, auf dem höchsten Punkte des Landes sich befindet. Dabei müssen sie nur 10 bis 15 Stunden zwischen sich haben. Auf einer gröfsern Entfernung wird es schon zweifelhaft, oder, wenn es damals nicht so ein einziger schöner Tag ist, wie den 3. August 1787 als Hr. von Saussure den Montblanc mafs. Der Montblanc ist von Genf 18 Stunden, und die Höhe des Montblanc folgt aus den Saussureschen Messungen bis auf 36 Fufs genau, auf eine Höhe die 13639 Fufs ist.

Die Quecksilberwaagen müssen dann von 11 bis 1 Uhr beobachtet werden, weil die Luft dann am meisten in Ruhe ist.

Die Jahreszeit wird dann vom April bis in den October gemessen, und in dieser Zeit kann man ein ansehnliches Land nivelliren, wenigstens von 20 Stunden lang und breit.

Die Quecksilberwaagen müssen Vergröfserungsgläser haben, damit man die kleinsten Schwankungen an ihnen beobachten kann.

Wenn auf diese Weise ein Land bis auf 10 Fuſs genau gemessen ist, so ist dieses hinlänglich. Wenn auch eine Linie von 1000 bis 2000 Fuſs bis auf 10 Fuſs so genau ist, so kann es genügen. Eine gröſsere Genauigkeit kommt nirgend vor.

6.

Die Messung seines Wohnortes über dem Weltmeer.

Die Quecksilberwaage steht über dem mittelländischen Meere zu Venedig 28,18 paris. Zoll bei 10° R. Wenn man aber weiſs, wie hoch das Quecksilber in der Quecksilberwaage an unserem Wohnort steht, z. B. in Düsseldorf, so hat man die Aufgabe gelöst. Das Düsseldorfer Werft ist 100 Fuſs bei 10° R. über dem Weltmeer, und die Quecksilberwaage steht 28,06 Zoll. Aber es ist nicht ganz leicht, die Quecksilberwaage an einem Ort zu bestimmen, der nicht in der Nähe eines Flusses liegt. Gewöhnlich dauert diese Bestimmung 1 bis 2 Jahre, und dann sind noch die möglichen Fehler auf 20 Fuſs.

So hat z. B. Ramond die Höhe von Clermont bestimmt, welches 80 Stunden südlich von Paris liegt. Im Jahre 1807 gaben ihm 356 Tage 334,4 Meter; im Jahre 1808 gaben ihm 366 Tage 341,9 Meter, wonach also 7,5 Meter Unterschied war. Gewöhnlich nimmt man 8 bis 10 Jahre, und dann ist man auch freilich bis auf 5 Fuſs genau. Denn die veränderlichen Fehler heben sich nach und nach auf. Auch an der See ist man ebenfalls nicht genauer, oder man muſs mitten im festen Lande an der See beobachten, wie z. B. in Venedig.

Endlich muſs man darauf sehen, daſs in der Quecksilberwaage oben gar keine Luft ist.

Herr Mechanikus Mauch macht Quecksilberwaagen, worin oben keine Luft ist, und sie schlagen an, wenn man sie auch nur wenig neigt.

Wichtiger noch ist die Schwere des Quecksilbers.

Biot und Arago haben gefunden, dafs das Quecksilber 13,59 bis 13,60 schwer ist, das des Wassers gleich 1 gesetzt. Das wäre also 0,02 Zoll auf 28 Zoll oder 18 Fufs.

Aber höchstens kann es ein ganz Millimeter betragen. Im Jahre 1810 verglich ich bei meiner Reise in die Schweitz von Frankfurt bis nach Chur in Graubünden 20 verschiedene Quecksilberwaagen mit meinem Reise-Barometer, und ich fand höchstens 2, 3 bis 4 hundert Theile eines Zolls Abweichung.

7.

Messungen der Berghöhen mit einer Quecksilberwaage und dreien Beobachtungen.

(Des Königstuhls bei Heidelberg.)

Die Messung mit der Quecksilberwaage ist die gewöhnliche auf Reise, wo man zuerst unten mifst, dann auf der Höhe mifst, und dann wieder unten, und wobei man keine zweite Quecksilberwaage hat.

Ist dann eine Veränderung im Stande der Quecksilberwaage erfolgt, so berechnet man, wie viel dieses bis zu dem Augenblicke beträgt, wo man die Beobachtungen auf dem Berge machte.

Den 21. July 1810 beobachtete ich Nachmittags halb 4 Uhr die Quecksilberwaage am Neckar zu Heidelberg (unterhalb der Brücke) zu 337,81 Linien bei 14°,4 R.

Um halb sechs Uhr stand sie auf dem Königsstuhl auf 319,66 Linien bei 12° R.

Um halb sieben Uhr, als ich vom Berge herunter kam, stand sie am Neckar auf derselben Stelle auf 338,17 Linien bei 13°,8 R.

Da der Stand der Quecksilberwaage sich in 3 Stunden 0,36 Linien geändert, und der Stand des Wärmemessers um 0,6 Grad, so schlofs ich hieraus, dafs sich jene in einer Stunde 0,12 Linien, und dieser um 0,2 Grad geändert habe.

Ich nahm demnach an, dafs um halb sechs Uhr die Quecksilberwaage am Neckar auf 338,05 Linien gestanden, und der Wärmemesser auf 14 Grad.

Um halb sechs Uhr stand oben auf der Spitze des Berges die Quecksilberwaage 319,56 Linien, und der Wärmemesser auf 12° R.

Die mittlere Temperatur der abgewogenen Luftsäule war demnach 13° R.

Die Höhe des Königsstuhls über dem Neckar ist 1456 Fufs, die über Mannheim 1526 Fufs, und die über der See 1784 Fufs. Mannheim ist über der See 258 Fufs.

8.

Messung des Melischauer in Böhmen.

Den 26. Sept. 1816.

Der Königsstuhl war 3 Stunden vom Neckar d. h. die erste und zweite Beobachtung. Beim Melischauer in Böhmen war die erste und zweite Beobachtung 8 Stunden von einander entfernt. Ich war nämlich mit dem General Grafen von Gneisenau und dem General-Adjutanten des Königs, Obersten von Thiele, der jetzt General-Major ist, von Töplitz nach dem Melischauer geritten, der ungefähr 1900 Fufs über Töplitz lag. Eine Quecksilberwaage, welche ich mir in Frankfurt gekauft hatte, hatte ich mitgenommen.

Den 26. September 1816 stand des Morgens um 9 Uhr die Quecksilberwaage im Gasthause zum Schiff in Töplitz auf $333\frac{3}{4}$ Linien. Die Quecksilberwaage hatte Zoll und 12theilige Linien. Der Wärmemesser stand auf 10 Grad.

Des Mittags um 2 Uhr stand die Quecksilberwaage auf dem Berge auf $309\frac{3}{4}$ Linien.

Des Abends stand die Quecksilberwaage um 5 Uhr auf derselben Stelle auf $332\frac{3}{4}$ Linien. Sie war also eine Linie gesunken. Ich schlofs hieraus, dafs um 2 Uhr, als wir auf dem Berge mafsen, die Quecksilberwaage in Töplitz auf $333\frac{1}{4}$ Linien gestanden habe, und der Wärmemesser auf $17\frac{1}{2}$ Grad. Denn auf dem Berge beobachteten

wir es zu $14\frac{1}{2}$ Grad, und man rechnet, dafs auf jede 600 Fufs Höhe der Wärmemesser um 1 Grad fällt. Der Melischauer ist aber 1900 Fufs höher als Töplitz.

Hiernach stand die Beobachtung also:

Quecksilberwaage oben	$309\frac{3}{4}$ Linie.	Wärmemesser	$14^{0},5$ R.
» » unten	$333\frac{3}{4}$ Linie.	» »	$17^{0},5$ R.
		Mittlere Wärme	16^{0} R.

Die Höhe des Melischauer ist also 1932 Fufs über Töplitz und Töplitz ist 700 Fufs über der See. Also der Melischauer über der See 2632 Fufs.

Die Bauernregel, wie Lichtenberg es nannte, gibt beinahe dasselbe, nämlich:

Für jeden Zoll, um den das Quecksilber in der Quecksilberwaage fällt, beträgt 900 Fufs Steigung, und für jeden Wärmegrad 5 Fufs Zusatz.

Diese Bauernregel gibt 1919 Fufs.

9.

Höhenmessung ohne eine dritte Beobachtung.

(Die Spitze des Rigi über Arth am Zuger-See den 8. Sept. 1810.)

Bei Bergreisen kommt man oft nicht wieder auf dieselbe Stelle zurück, und man kann daher keine dritte Beobachtung zur Controlle machen. Man mufs dann die Beobachtung unten und oben in der Voraussetzung berechnen, dafs während der Zeit, dafs man auf den Berg stieg, der Druck der Atmosphäre sich nicht geändert habe, eine Voraussetzung, deren Genauigkeit sich nicht verbürgen läfst, die aber nichts desto weniger die einzige ist, welche man in so einem Falle machen kann.

Den 7. Sept. 1810 beobachtete ich zu Arth am Zuger See den Stand der Quecksilberwaage zu 325,2 Linien, während der Wärmemesser auf 16 Grad stand.

Ich stieg nun den Rigi hinauf, schlief in dem Wirthshause von Maria zum Schnee, das in einer Höhe von 2800 Fufs über dem See liegt, und stieg den andern

Morgen früh auf Rigi Culm oder die Spitze des Berges, welche noch 1400 Fuſs höher ist als Maria zum Schnee.

Auf der Spitze des Rigi stand die Quecksilberwaage auf 281,1 Linien, der Wärmemesser stand im Schatten auf 14 Grad. Um diese Zeit würde der Wärmemesser am Zuger-See wohl auf 20° gestanden haben. Die mittlere Wärme wäre also 17° gewesen. Also die Höhe des Rigi über dem Zuger See 4200 Fuſs.

An diesem Tage war, so wie an dem vorigen, die Luft sehr ruhig und heiter. Die Quecksilberwaage änderte den ganzen Tag ihren Stand nicht um ein hundertel Zoll, und ich halte deswegen diese Messung für ziemlich genau, obgleich sie ohne eine zweite Beobachtung gemacht worden. Beim Herabgehn von Rigi Culm stieſs ich, indem ich zwischen zweien Felsen durchging, mit der Quecksilberwaage, welche ich auf dem Rücken hängen hatte, an einen Stein. Von dem heftigen Stoſse sprang inwendig die Röhre, und das Quecksilber lief auf die Erde.

Der Rigi ist für Messungen mit der Quecksilberwaage eben so günstig gelegen als der Monte Gregorio, da er nach dem Vierwaldsstädter See (auf Küſsnacht hin) eben so steil abgeschnitten ist, wie dieser, so daſs also beide Quecksilberwaagen bei einem Höhenunterschiede von 4200 Fuſs, doch in horizontaler Richtung nahe beisammen hangen, und vielleicht nur 6 oder 8000 Fuſs von einander entfernt wären. Der Rigi liegt wie eine hohe Insel zwischen dem Vierwaldstätter-, dem Zuger- und dem Lowezer-See und ohne Zusammenhang mit höheren Bergen. Auf seiner Spitze steht ein Kreuz, dessen Höhe sich leicht trigonometrisch bestimmen läſst, die man in den Wiesen von Arth, die an seinem Fuſse liegen, eine Standline von einer viertel Stunde ohne Schwierigkeit messen kann. Von dieser kann man das Arther Thal trianguliren und so zwei Punkte am Zuger-See bestimmen, von denen man ein Dreieck bequem auf das Kreuz auf Rigi Culm legen kann.

In Hinsicht der Leichtigkeit des Beobachtens würde er groſse Vorzüge vor dem Monte Gregorio haben. Vom

Zuger-See steigt man zwei Stunden bis zur Kapelle Maria vom Schnee. Von hier hat man noch eine Stunde bis zur Spitze.

Im Sommer würde es nicht schwierig sein, oben ein Zelt aufzuschlagen, und ganz da zu wohnen, und wenn die Witterung ungünstig wäre, so hätte man auf keinen Fall weit, bis zu den Wirthshäusern der Kapelle. Dabei hätte man beständig die herrliche Aussicht auf die Alpen, auf den Vierwaldstätter-See und auf die ebene Schweiz, in der man von Rigi aus die Städte wie grofse Dörfer liegen sieht. Als ich des Morgens um 9 Uhr nach Rigi-Stafel kam, so lagen alle Alpen, alle Bergspitzen im hellsten Sonnenschein, und man übersah mit einem Blick die schwarzen, schroffen Bergrücken des Glärnisch, des Gotthards, der Schlofsberge, der Jungfrau und unzähliger anderen, deren Namen niemand zu nennen mufste.

Aber herrlicher noch als dieser Anblick war ein blendend weifses Wolken-Meer, welches leicht geflockt alle Thäler überschwemmte, und tief unter mir wie ein weifser See in völliger Ruhe da stand. Die ganze ebene Schweiz von den Alpen bis zum Jura war gleichsam nur ein Schneefeld von blendender Weifse, aus dem die Alpen und der Jura wie hohe Inseln emporstiegen.

Die Sonne stieg immer höher. Gegen 10 Uhr löste sich das weifse Wolken-Meer in lauter Flocken auf, zwischen denen hindurch man die reichbebaute Landschaft wie einen Garten unter den fliegenden Wolken liegen sah.

Gegen Mittag waren alle Wolken aufgelöset, und nun war die Aussicht nach allen Seiten frei. Man übersah die Kantone Aargau, Solothurn, Lucern, Bern, Unterwalden, Schweiz und Zug, das ganze Juragebirge, vierzehn Seen, und eine unzählige Menge Schneeberge, Bergspitzen und schwarze Felsenrücken. In der Ferne lag die reichbebaute Landschaft von Zürich, mit ihren weifsen schimmernden Landhäusern.

11.

Höhenmessung ohne eine zweite Beobachtung, zur Bestimmung der Vegetationsgränze.

(Die Höhe des Kornfeldes im Tawetschen Thale am Vorder-Rhein, den 3. Sept. 1810.)

Bei Bergreisen kommt es öfter vor, dafs man gerne die Höhe eines Punktes über der See wissen möchte. Es fehlt einem aber die zweite Beobachtung von einem Punkte, dessen Höhe über der See schon durch langjährige Beobachtungen festgestellt worden. Wie hat man sich in diesem Falle zu verhalten?

Man mufs alsdann annehmen, dafs an dem Tage sich die Quecksilberwaagen an der See auf ihrem mittlerem Stande von 28,18 Zoll bei 10° befunden, und hiernach seine Rechnung führen. Bei dieser Annahme kann man sich freilich bedeutend irren, indem die Quecksilberwaagen auch um einen halben Zoll höher oder tiefer stehen können, wodurch man dann die Höhe um 400 Fufs zu klein oder zu grofs findet. Allein es ist wieder die einzige Annahme, die man machen kann. Doch kann man sie später noch in etwa berichtigen, wenn man an Orte kommt, wo die Quecksilberwaage täglich beobachtet wird, und man sieht dann im Tagebuch nach, ob die Quecksilberwaage an dem Tage über oder unter ihrem mittleren Stande gewesen, und wie viel?

Genau werden diese Messuugen indefs nie, weil bei den beständigen Veränderungen, die in dem Luftkreise vorgehen, der Druck der Luft an entfernten Orten oft sehr verschieden ist, wo dann die Quecksilberwaagen natürlich einen ganz verschiedenen Stand haben. Die Ursache, welche einen sehr hohen oder einen sehr tiefen Stand der Quecksilberwaagen veranlafst, zieht wie eine Wolke über Europa, und kommt an dem einen Orte oft 24 Stunden früher, als wie an den andern, wie man dieses sieht, wenn man die täglichen Beobachtungen der Londoner, Pariser und Genfer Quecksilberwaagen mit einander vergleicht.

Indeſs gibt es Fälle, wo es eben nicht darauf ankommt, ob man eine Höhe bis ein paar hundert Fuſs genau weiſs, und dann ist diese Methode recht brauchbar. So beobachtete ich den 3. September 1810 des Nachmittags um 3 Uhr die Quecksilberwaage an einem noch grünen Kornfelde zu Chiamunt (im Tawetschen Thale, nicht weit von den Quellen des Rheines) zu 284,40 Linien. Der Wärmemesser stand in dem engen Thale auf 18° R. Das Kornfeld lag etwa 80 Fuſs höher als der Vorderrhein, der sich dort wie ein groſser Bach über Felsenblöcke wegstürzt.

Nimmt man an, daſs die Quecksilberwaagen an der See auf 28,18 Zoll bei etwa 22° Wärme gestanden, so wäre die mittlere Wärme der Luftsäule 20 Grad gewesen. Wahrscheinlich war sie aber nur 18°, da in so einem engen Thale, gerade wie in einem Treibkasten, immer eine örtliche Erwärmung statt findet, wobei die Quecksilberwaage die Wärme der Luft gröſser angibt, als sie auf einer frei liegenden Bergspitze sein würde.

Die Höhe des Kornfeldes über der See war 4612 paris. Fuſs. Als ich später wieder nach Zürich kam, und meine Beobachtungen mit denen verglich, welche dort Herr Feer täglich anstellte, so fand ich, daſs sich damals die Quecksilberwaagen wirklich sehr nahe bei ihrem mittlern Stande befanden.

Bei einer Bestimmung wie diese, welche gemacht wird, um die Grenzen der Vegetation zu finden, kommt es nie auf ein paar hundert Fuſs an. Denn ein anderes Jahr kann ein anderer Reisender ein Kornfeld auf einem Punkte finden, der noch ein paar hundert Fuſs höher liegt. Allein, daſs in einer Höhe von 4600 Fuſs über der See, also tausend Fuſs höher als der Blocksberg in unsern Breiten noch Kornbau getrieben wird, ist immer eine merkwürdige Erscheinung.

Herr von Buch, den ich später in Iverdün traf, und welchem ich meine Beobachtung mittheilte, zeigte mir ähnliche Beobachtungen vom Mont-Cenis. In derselben Höhe hatte er hier ebenfalls noch Kornbau gefunden. Ob-

schon das Korn nur eine einjährige Pflanze ist, welche nicht so sehr wie die Bäume und der Weinstock von der mittleren Temperatur abhängt, so scheint doch für die Alpen eine Höhe von 4600 Fuſs bis 4800 Fuſs über dem Meere die Grenze zu sein, wo noch Kornbau möglich ist. Aber auch hier nur in engen und gegen Süden liegenden Thälern. Auf freien Bergspitzen wird es auf dieser Höhe nicht mehr wachsen. Mehrere Gemüsearten werden noch höher gebaut, besonders die Kohlpflanzen. Allein da sie bloſs Sommerpflanzen sind, die die tiefe Temperatur des Winters nicht empfinden, und da sie zugleich nur in der Nähe der Häuser gebaut werden, wo sie vor dem Nordwinde geschützt sind, so kann man keine bestimmte Grenze mehr für die Höhe angeben, auf der sie nicht mehr wachsen. So wachsen z. B. in dem kleinen Gärtchen, welches der Spitalwärter des Hospitiums auf dem Grimsel hat, noch allerhand Küchenpflanzen, in einer Höhe von 5600 Fuſs über dem Meere. Allein die geschützte Stellung des Hauses, die warme, sonnenhelle Lage des Gärtchens nach Süden und der viele Dünger machen, daſs diese künstlichen Pflanzungen in einer ungleich gröſseren Höhe gedeihen, als sie in ihrem natürlichen Zustande thun würden. Der Blocksberg ist 3600 Fuſs hoch, also noch 2000 Fuſs höher wie der Blocksberg.

Nach Herrn von Buch seinen Beobachtungen geht in der Schweitz unter der Breite von 45½ bis 46½ Grad

der Weinstock bis	2432	Fuſs	über	dem	Meere.
die Nuſsbäume bis	3640	»	»	»	»
die Kirschbäume bis	4164	»	»	»	»
die Buchen bis	4815	»	»	»	»
die Tannen bis	6420	»	»	»	»

Auf diese Weise kann man an den Vegetationsgrenzen der verschiedenen Bäume immer ungefähr sehen, wie hoch man über dem Meere ist.

Für jeden Breite Grad (15 geogr. Meilen) kann man ¾ Grad R. Wärmeabnahme rechnen. Die Zwergbirken gehen in Talwig, an der äuſsersten Spitze von Europa

auf dem 70 Grad der Breite, nur bis auf eine Höhe von 2576 Fuſs über dem Meer, und bleiben hier nur 700 Fuſs von der Grenze des ewigen Schnees.

11.

Höhenmessung auf dem St. Gotthardt zur Bestimmung der Wasserscheide zwischen dem Mittelländischen Meere und der Nordsee.

Den 4. Sept. 1810 stieg ich durch die Felsenthäler des Gotthardts hinauf bis zur Einöde des Hospitiums, ein Haus von Steinen erbaut, mit Steinen gedeckt, einsam in einer unwirthbaren Felsenwüste.

Hier sind die ewigen Seen aus denen die Reuſs, aus denen der Tessin entspringt, hier ist die Scheidung der Gewässer nach Deutschland und nach Italien, nach der Nordsee, und nach dem adriatischen Meere.

Wenn der Schnee schmilzt, oder wenn Gewitter sind, dann laufen die kleinen Seen aus denen die Reuſs und der Tessin entspringen, zusammen, und es ist ungewiſs, ob der Tropfen auf der Wasserscheide nach Deutschland oder Italien flieſst.

Die Quecksilberwaage stand um Mittag im Hospitio auf 264,84 Linien. Der Wärmemesser auf 10°. Nimmt man an, daſs sie an der See auf 338,16 Linien gestanden, und der Wärmemesser auf 20°, so wäre die mittlere Wärme der abgewogenen Luftsäule von der See bis zum Hospitio 15° gewesen.

Die Höhe des Hospitiums findet man zu 6406 par. Fuſs. Den vorigen Tag hatte ich am Oberalpsee, auf dem Wege vom Vorderrhein nach dem Ursern Thale die Quecksilberwaage um 5 Uhr Abends auf 267,36 Linien beobachtet. Die Wärme war 12° R.

Des Abends um 7 Uhr stand die Quecksilberwaage im Ursener Thale in dem Dorfe An der Matt auf 287,04 Linien, und der Wärmemesser auf 14°.

Ich berechnete hieraus die Höhe des Oberalpsees über dem Ursener Thale zu 2045 Fuſs, und die des Hospitiums auf dem Gotthardt zu 2060 Fuſs. Das Ursener Thal ist 4400 Fuſs über der See.

Wenn man also aus dem Ursener Thale nach Graubünden geht, so muſs man bis zum Oberalpsee fast eben so viel steigen, als wenn man über den Gotthardt nach Italien geht.

Obgleich das Ursener Thal 250 Fuſs niedriger liegt, als das Thal zu Chiamunt am Vorderrhein, so ist doch kein Kornbau in ihm. Da es flacher und gröſser ist, so ist es weniger warm, als das schmale und enge Thal von Chiamunt.

Das Ursener Thal ist rund um von Bergen eingeschlossen. Es ist der Boden eines trocken gewordenen Landsees, der durch die Felsenspalte abgelaufen, die die Reuſs sich in den Felsendamm bei der Teufelsbrücke gebrochen hat. Als der See abgelaufen war, und auf seinem Boden die schönen Wiesenmatten entstanden, da zogen die Hirten im Sommer mit ihrem Vieh hierhin. Sie kamen aus dem Tewetschen Thale über den Oberalpsee, und gingen im Winter nach Chiamunt zurück. Endlich bauten sie sich hier an, und die Sennhütten verwandelten sich in Häuser. So entstanden in diesem drei Stunden langen und eine viertel Stunde breiten Thale die drei Dörfer An der Matt, Hospital und Realp.

Im 14. Jahrhundert wurde in die Felsenspalte, wodurch sich die Reuſs herabstürzt, eine Brücke mit Ketten gehangen, und so ein Weg Thalabwärts nach Altdorf gebahnt. Im Jahre 1707 lieſsen die Bewohner des Ursener Thals durch Peter Moritini einen Stollen durch die Felsen des Teufelsberges sprengen, der 200 Fuſs lang und 12 Fuſs breit und hoch ist. Dieses ist das sogenannte Urner Loch, durch welches jetzt die Straſse geht. Die hölzerne Brücke, welche über der stürzenden Reuſs an

Felsen in Ketten hing, wurde nun weggenommen. Diese heifst schon in einer Urkunde von 1370 die Stäubende.

Aus den Messungen mit der Quecksilberwaage sieht man, dafs die Reufs von ihrer Quelle bis ins Ursener Thal, auf einer Strecke von ungefähr zwei Stunden einen Fall von 2000 Fufs hat. Ein Wasserfall ist über dem andern, eine Schaumwelle jagt die andere, und unter beständigem Fallen und Stürzen verfolgt sie ihren Lauf über zertrümmerte Felsen. Im Ursener Thale fliefst sie langsamer, aber so wie sie durch den Rifs im Teufelsberge ist, folgt wieder ein Wasserfall auf den andern, und sie fällt im Schellener Thale, auf einer Strecke von 4 Stunden, noch drittehalb tausend Fufs. Erst bei dem Dorfe Am Stege verliert sie dieses wilde Bachgefälle, und fliefst nun wie ein Flufs an Altdorf vorbei nach dem Vierwaldter See. Vom Gotthardt hat sie bis ins Meer ein Gefälle von 6300 Fufs. In den ersten sieben Stunden ihres Laufs fällt sie 4300 Fufs, also $\frac{2}{3}$ ihres ganzen Falles.

In den folgenden 25 Stunden bis Windisch, wo sie in die Aar fällt, hat sie nur noch 800 Fufs Fall. Und von hier in einer Strecke von 200 Stunden bis zur See mag sie noch 900 Fufs Fall haben.

Vom Hospitio des Gotthardts hat man noch 2 bis 3 Stunden zu steigen, um auf die Felsenhörner Fieudo und Prosa zu kommen, welche 2000 Fufs höher liegen. Der Gotthardt bildet die Mitte der Alpen, und aus seinen in engen Felsenthälern hängenden Gletschern entspringen der Rhein, der Tessin, die Reufs und die Rhone, deren Quellen man aber nicht sieht, da sie als Gletscher-Bäche unter dem Eise hervorkommen. Es ist so, wie Schiller sagt:

Vier Ströme brausen hinab in das Feld,
Ihr Quell der ist ewig verborgen.
Sie fliessen nach allen vier Strassen der Welt,
Nach Abend, Nord, Mittag und Morgen.
Und wie die Mutter sie rauschend geboren,
Fort fliehen sie, und bleiben sich ewig verloren.

12.

Messung mit der Quecksilberwaage vom Münster in Strasburg.

(Den 12. August 1810.)

Ich ging 1810 blofs des Münsters wegen nach Strasburg. Am Thurm hat man 162 Jahre gebaut, und am ganzen Münster 424 Jahre.

Nicht die Höhe ist es, die am Dom in Erstaunen setzt, sondern die Kühnheit, und bei dieser die feine Zierlichkeit. Ich sah ihn vom Rhein kommend, vor der glänzenden Abendröthe stehend, die ihn von unten bis oben durchleuchtete, da alles an ihm durchbrochen ist und fast mehr Luft als Stein. Es ist keine schwere Masse, wie eine egyptische Pyramide, mit weit sich erstreckenden Grundlagen, und dann wie ein Dreieck beilaufend. Er steht schlank, leicht, durchsichtig da, und trotzt doch der Zeit, dem Sturm und dem Regen. Die Steine sind sorgfältig ausgewählt; (es ist ein fein körniger, röthlicher Sandstein, der bei weitem nicht so der Verwitterung ausgesetzt ist, wie der Stein am Dom in Cöln) dann mit Eisen auf einander gegossen, und mit feinem Mörtel gefugt. Man sieht hier eine Zimmerung von Stein, die man sonst nur gewohnt ist in Holz zu sehen.

Das Strasburger Münster ist, wie fast alle gothischen Dome, unvollendet geblieben. Er sollte zwei Thürme haben, aber der eine ist nur bis zur Spitze fertig geworden, der andere aber nur bis zu einer Höhe von 200 Fufs, wo eine grofse Altane zwischen den beiden Thürmen ist, und das Münsterhäuschen steht. Bis hierhin können Alle steigen, auch die welche schwindlicht sind. Man findet hier immer Gesellschaft, die da spatzieren geht und der schönen Aussicht auf die unübersehbaren Ebenen des Elsasses, des Badenschen und der Pfalz geniefsen, die durch nichts beschränkt wird, als nur durch die Vogesen, den Schwarzwald und den Odenwald. Diese Al-

tane ist so allgemein besucht, dafs der Thurmwächter auf ihr eine kleine Wirthschaft angelegt hat.

Von hier führen vier Wendeltreppen 120 Fufs bis aufs leere Gewölbe. Sie sind ganz durchsichtig, und man glaubt immer in freier Luft zu schweben. Wer nur ein wenig schwindlicht ist, kann immerhin bis an das Ende diese Treppe aufs leere Gewölbe steigen. Von hier verwandeln sich diese vier Schneckenstiegen, die senkrecht an den vier Ecken des Münsters heraufläufen, in acht schmale, sonderbar gewundene Treppen, welche die Spitze des Münsters bilden, und denen man bis unter den Knopf steigt. Diese Treppen sind noch achtzig Fufs hoch, und wer hier bis zu Ende steigen will, mufs völlig ohne Schwindel sein. Ich versuchte es, allein die Gefahr war mir doch zu grofs.

Bis auf die Plattforn gibt mir die Messung mit der Quecksilberwaage 209 Fufs; die mit der Schnur gibt mir 208 Fufs.

Bis auf das leere Gewölbe gibt mir die Messung mit der Quecksilberwaage 328,6 Fufs. Die mit der Schnur gibt mir 326 Fufs.

In Hamburg ist das Cabinet auf dem Michaelis-Thurm 333 paris. Fufs. Also ist es hier beinahe eben so hoch wie in Hamburg. Der Rhein bei Strasburg ist 450 Fufs über der See.

Die Höhe des Münsters ist 443 paris. Fufs.

Die Peterskirche in Rom ist 485 par. Fufs.

Die Pyramide des Cheops zu Ghize ist 448 par. Fufs.

Der Michaelis-Thurm in Hamburg ist 402 par. Fufs und 6 Zoll.

Die Höhe von 500 Fufs scheint die Grenze zu sein, die der Mensch in seinen kollosalischen Gebäuden nicht überschreiten kann. Gothische, egyptische und römische Baumeister haben sich ihr genähert. — Alle andern sind hinter ihr zurückgeblieben.

Das alte Münster brannte im Jahr 1007 völlig ab. Es war vom Blitz angezündet worden. Im Jahr 1015 wurden die Fundamente zur neuen Kirche 27 Fufs tief auf einge-

rammten Erlenen Pfälen gelegt, nachdem vorher der Boden mit Lehm und hölzernen Kohlen festgeschlagen worden. In dreizehn Jahren war sie bis unter das Dach vollendet. Darauf wurde der Bau durch schwere Kriegszeiten unterbrochen, bis er 1273 vollendet wurde. Im Jahr 1275 beschlofs Bischof Conrad III. die Thürme mit Schneckenstiegen aufzubauen. Der Werkmeister war Erwin von Steinbach. Nach dessen Tode wurde sein Sohn Johann Werkmeister. Erwin starb 1318, und sein Sohn Johann 1339. Er hatte den Bau der Thürme bis an das Wächterhäuschen gebracht, also bis 200 Fufs hoch. Darauf haben mehre Baumeister daran gebaut, doch scheint der Bau vermuthlich durch Kriegsunruhen wieder lange unterbrocken zu sein. In der Woche Johannis des Täufers im Jahr 1438 ist der eine Thurm mit seinen Schneckenstiegen endlich völlig fertig geworden durch den Baumeister Johann Hülz von Cöln, wo damals die schönste Blüthe der Baukunst war. Ueber der Sakristei-Thüre steht folgende Grabschrift von ihm: „1449 starb der ehr„same und kunstreiche Johann Hülz, Werkmeister die„ses Baues und Vollbringer des hohen Thurms, hier zu „Strasburg, dem Gott Gnade mittheile und die Huld.“

Die meisten Beschädigungen hat der Münster vom Einschlagen des Blitzes erlitten. Ich habe in der Chronik wenigstens ein Dutzend Einschläge angeführt gefunden, wovon einige so starb waren, dafs sie die Krone weggeschlagen hatten, und ein Theil der Kirchendächer verbrannt.

Das runde Fenster was über der Thüre ist, die beide Kirchthürme mit einander verbindet, hat 57 paris. Fufs im Durchmesser. Ist also noch 5 Fufs gröfser wie mein Haus. Auf der Altane stehen die Namen: von Herder und Göthe.

13.

Messung der Grubenzüge.

Die Markscheider nennen das Barometer die Quecksilberwaage, und nivelliren mit ihr die Thäler, in wel-

chen ihre Stollen zu Tage gehen, und oft auch ihre Gruben. Doch geschieht das letztere nur zur Probe, denn die Barometermessungen in Bergwerken können die Genauigkeit nicht geben, welche die sogenannten Grubenzüge geben, theils weil die Höhen immer geringe sind, und theils weil man in der Erde beim Flackern der Bergwerkslampe die Quecksilberwaage nicht so genau ablesen kann, als wenn man zu Tage ist. Hierzu kommt noch, dafs in den Bergwerken die Luft immer in Ruhe ist, weil die kalte Luft zu den Stollen einfällt, dann durch die Strecken zieht, und zu den Schächten endlich wieder heraus. Dieser Wetterwechsel, welcher für den Bergmann so angenehm ist, macht es schwierig, genau den Wärmegrad der abgewogenen Luftsäule zu bestimmen; denn es ist in den Bergwerken, je tiefer man in die Erde kommt, heifser, wie bei Tage. Dieses rührt daher, dafs es in der Erde warm ist, und dafs diese Wärme 140 Fufs für 1° Reaumur zunimmt. Herr von Trebra fand in der Hoffnung Gottes auf 1178 p. Fufs Tiefe 15° Reaumur. Bei Tage war es nur 6°,4 Reaumur. Dafs die Wärme in der Erde zunimmt, ist auch die Ursache von den warmen Quellen.

14.

Messung der Grubenzüge auf dem Harz.

Herr v. Villefofse hat in den Jahren 1804 und 1805 ein grofses Nivellement auf dem Harz mit der Quecksilberwaage gemacht. Die Resultate davon finden sich in Gilberts Annalen der Physik 1808. Er hat bei dieser Gelegenheit auch in den Bergwerken gemessen, und die Höhe mit den Markscheider-Angaben verglichen. Ich will einige seiner Messungen als Beispiel der Genauigkeit anführen, welche sich mit der Quecksilberwaage in Bergwerken erreichen läfst.

1. Den 15. Februar 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank der Grube Dorothee zu 25,926 Zoll. Der Wärmemesser stand ÷ 4°,5 R. Zu gleicher Zeit stand die korrespondirende Quecksilberwaage an der Sohle des Georg Stollens zu Grund 27,000 Zoll, und der Wärmemesser ÷ 2°,5 R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 966,3 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 922,2 Fuſs.

Unterschied + 44,1 F. oder $\frac{1}{21}$.

2. Den 20. Februar 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank der Grube obern Thurm Rosenhof 26,263 Zoll. Wärmemesser + 2°5 R. Zu gleicher Zeit stand die Quecksilberwaage im Grunde 27,142 Zoll, der Wärmemesser + 2° R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 811,4 Fnſs
Nach der Markscheider-Angabe 793,6 Fuſs

Unterschied + 17,8 F. oder $\frac{1}{44}$.

3) Den 23. April 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank des oberrheinischen Weinschachts 26,223 Zoll, Wärmemesser 5°,5 R., die korrespondirende Quecksilberwaage auf der Sohle des tiefen Georg-Stollens in diesem Schachte stand auf 27,000 Zoll, die Wärme war + 10° R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 714,5 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 699,6 Fuſs.

Unterschied + 14,3 Fuſs od. $\frac{1}{47}$.

4) An demselben Tage stand die Quecksilberwaage im Tiefsten der Grube 27,29 Zoll, als die Wärme + 14° war. Bei 10° stand sie auf der Stollensohle 27,000 Zoll.

Höhe nach der Quecksilberwaage 249,4 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 272,4 Fuſs.

Unterschied ÷ 23,0 Fuſs od. $\frac{1}{12}$

5) Vergleicht man den eben angeführten Stand im Tiefsten der Grube mit dem an der Hängebank, so findet man den Höhenunterschied . . 968,0 Fuſs.
nach der Markscheider-Angabe . 972,2 Fuſs.

Unterschied ÷ 4,0 Fuſs od. $\frac{1}{243}$.

6) Den 8. April 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank des neuen Gesammtschachtes zu Lauterberg auf 27,022 Zoll bei einer Wärme von + 8° R. Zu gleicher Zeit stand die korrespondirende im Tiefsten der Grube Louise Christiane 27,562 Zoll bei einer Wärme von + 12° R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 491,5 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 475,0 Fuſs.

Unterschied 16,5 Fuſs od. $\frac{1}{28}$.

Man sieht, daſs die Quecksilberwaagen die Höhe bald zu groſs und bald zu klein angeben, und daſs dieses seinen Grund bloſs in Fehlern der Beobachtung habe, welche wahrscheinlich durch mangelhaftes Ablesen entstanden sind. Auch fand sich, daſs eine von diesen Quecksilberwaagen, als sie mit dem Heberbarometer des physikalischen Cabinets in Göttingen verglichen wurde, 1,8 Linien niedriger stand. Da alle gute Quecksilberwaagen immer bis auf 4 oder 5 zehntel Linien mit einander übereinstimmen, so muſs eine von beiden fehlerhaft gewesen sein. Die des physikalischen Cabinettes in Göttingen war wohl richtig.

Herr von Villefosse hielt die Quecksilberwaagen für Individuen. Dieses ist ein Irrthum. Gute Quecksilberwaagen stehen alle gleich hoch bis auf eine Kleinigkeit, die selten in Betracht kommt, und die fast nie eine halbe Linie beträgt.

Um seine Messungen mit der Quecksilberwaage mit den Markscheider-Angaben übereinstimmend zu machen, nahm er bei der Rechnung an, daſs die Ausdehnung der Luft nicht $\frac{1}{213}$ sei, sondern $\frac{1}{182}$. Die genauere Messungen von Deluc, Trembley, Roy und Schuckburgh wa-

ren damals schon bekannt, und da diese eine grofse Anzahl Beobachtungen gemacht hatten, und zwar auf Höhen bis auf 3000 Fufs, so war es etwas gewagt, auf 6 Beobachtungen eine neue Regel zu gründen, besonders da diese unter sehr ungünstigen Umständen auf Höhen angestellt waren, die noch keine 1000 Fufs betrugen.

15.

Messungen des Herrn von Humboldt.

Herr von Humboldt hat in Mexiko Versuche über die Tiefe der Gruben in Hinsicht des Messens mit der Quecksilberwaage gemacht, und zwar im Jahre 1802.

Folgende sind die Ergebnisse, so wie Herr Ramond sie Seite 16 anführt. Die Quecksilberwaage steht 28,15 Zoll das ganze Jahr hindurch am Ufer der See und unter dem Aequator bei 20° R. Herr von Humboldt hat die Höhe in Meter angegeben.

1) Die Tiefe der Grube in Valenciana bei Goanaxoata, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 531,5 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 524,1 Meter.

Unterschied + 7,4 Met. od. $\frac{1}{75}$.

2) Die Tiefe der Grube Rajos bei Goanaxoata, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 271,7 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 275,9 Meter.

Unterschied ÷ 4,2 Met. od. $\frac{1}{89}$.

3) Die Tiefe der Grube zu Villalpando, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 167,2 Meter.
Die Morkscheider-Angabe . . 173,8 Meter.

Unterschied ÷ 6,6 Met. od. $\frac{1}{25}$.

4) Die Tiefe der Grube Animas bei Goanoxoata, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 132,2 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 137,4 Meter.

Unterschied ÷ 5,2 Met. od. $\frac{1}{27}$.

5) Die Tiefe der Grube Moran, Breite 20°.
Höhe nach der Quecksilberwaage 114,3 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 111,1 Meter.

Unterschied + 3,2 Met. od. $\frac{1}{37}$.

6) Die Tiefe der Gruben Ruio, Pichincha, Breite 0°,14 Min.
Höhe nach der Quecksilberwaage 1964,5 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 2016,2 Meter.

Unterschied ÷ 51,7 Met. od. $\frac{1}{39}$.

Herr von Humboldt findet die Fehler, eine in die andere gerechnet, zu $\frac{1}{50}$. Dieses rührt vom Fehler der Beobachtung her. Denn es ist unmöglich bei dem flackernden Grubenlichte so zu lesen, wie man es bei hellem Tage lesen würde. Dann ist aber auch die Höhe, auf der gemessen wird, sehr klein. Gewöhnlich 2 bis 300 Meter. Selten ist eine die 500 Meter hat, und noch seltener eine, die 2016 Meter hat.

16.

Abkürzung der Berechnung der Berghöhen.

Man kann die Berechnung der Berghöhen noch etwas abkürzen, wenn man statt beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft zu bringen, sie entweder:

1) Auf die Wärme des obern oder
2) Auf die Wärme des untern Quecksilbers zurückführt,

und zwar des Wärmemessers, der an der Quecksilberwaage hängt.

Dieses gibt dieselbe Genauigkeit, und erspart das Schreiben von 14 Ziffern, wie man aus folgenden Zahlen siehet:

Den 17. October 1809 machte Herr D'Aubuisson folgende Beobachtung:

Octob.	Druck der Luft.	Stand der Quecksilberwaage. des Quecks.	der Luft.
1809	27,418 Zoll	15°,9 R.	16°,0 R. unten
17	22,351 Zoll	8°,4 R.	7°,9 R. oben

Mittlere Wärme 12° R.

Zuerst mufs nun die untere Quecksilbersäule auf die Temperatur des obern Quecksilbers gebracht werden, nämlich auf 8°,4 R.

Unten ist die Quecksilbersäule 27,418 Zoll bei 15°,9 R. lang.
Bei 15°,9 R. ÷ 8°,4 R. = 7°,5 R. ÷ 0,047 Zoll.

27,371 Zoll.

Bei 8°,4 R. ist die Quecksilbersäule . . ÷ 22,351 Zoll.

Beide Barometersände von einander abgezogen . 5,020 Zoll.

Diese 5,020 Zoll sind die Quecksilbersäulen, welche 8°4 R. Wärme und einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, die nun keine 8°,4 R. lang, sondern 12° R.

Jetzt fängt nun die Berechnung mit den Schichttafeln an.

Für 22,3 Zoll gibt die Tafel Nr. 2. = 6432 Fufs Steigung.
Für 0,051 . . . . . = ÷ 56 » »
27,351 Zoll. 6376 Fufs.

Für 27,3 Zoll gibt die Tafel Nr. 2. = 1479
Für 0,071 . . . . . = ÷ 64
27,371 Zoll. ÷ 1415 Fufs.

Unverbesserter Unterschied = 4961 Fufs.

Verbesserung wegen der Wärme der Luft nach Taf. 3.

Für 4000 Fufs und 12° R. = 225 Fufs.
900 Fufs . . = 51 Fufs.
60 Fufs . . = 3 Fufs.
4609 und 12° R. . = 279 Fufs.

Für 4960 Fuſs und 12° R.		279 Fuſs.
Tafel 4.	Wegen der Feuchtigkeit der Luft .	14 Fuſs.
Tafel 5.	Die Schwere unterm 45° der Breite	0 Fuſs.
Tafel 6.	Die Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung . . .	15 Fuſs.
Tafel 7.	Wegen der Dalton'schen Theorie	÷ 16 Fuſs.
Die Höhenmessung mit der Quecksilberwaage gab		5253 Fuſs.

Man hat bei dieser Rechnung 153 Zahlen zu schreiben; bei der vorigen Rechnung hat man 167 Zahlen; also 14 Zahlen weniger.

17.

Ursache, warum es gleich gilt.

Die Ursache, warum es gleich gilt, ob man die Quecksilbersäulen entweder:

1) auf die obere Wärme am Berge, oder
2) auf die Wärme mitten am Berge, oder
3) auf die Wärme unten am Berge,

zurückführen kann, sieht man am besten aus folgendem Beispiele.

Ich nehme dazu den Monte Gregorio vom 4. October 1809.

Octob. 1809.	Druck d. Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.
4.	27,612	12°,9 R.	12°,4 unten
	22,395	3°,3 R.	1°,8 oben.

Wird die obere Quecksilbersäule auf die Wärme der untern zurückgeführt, so hat man . . . 22,444 Zoll
und 27,612 »

Länge der Quecksilbersäule bei 12°,9 R. = 5,168 Zoll.

Wird sie auf die mittlere Wärme der Luft zurückgeführt, so hat man . . . . . 22,416 Zoll
und 27,576 Zoll

Länge der Quecksilbersäule bei 7°,1 R. = 5,160 Zoll

Wird die untere auf die Wärme der obern zurückgeführt, welches man ebenfalls kann, so hat man

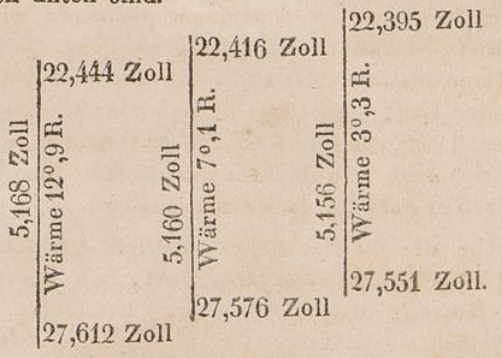
	27,612 Zoll
	— 61 Zoll
Quecksilberwaage unten	27,551 Zoll
Quecksilberwaage oben	22,395 Zoll
Länge der Quecksilbersäule bei 3°,3 =	5,156 Zoll

Man hat nun drei Quecksilbersäulen

von 5,168 Zoll bei 12°,9 R.
von 5,160 Zoll bei 7°,1 R.
und von 5,156 Zoll bei 3°,3 R.

welche zwar ungleich lang sind, weil sie verschiedene Wärmegrade haben, aber vollkommen gleich am Gewichte sind, und die daher alle der abgewogenen Luftsäule das Gleichgewicht halten. Führt man sie auf einen Wärmegrad zurück, z. B. auf 3°,3 R., so werden auch alle 5,156 Zoll lang sein.

Man übersieht dieses am besten in folgender Figur, — wo man sieht, dafs die kürzeste Quecksilbersäule am höchsten in die Schichttafeln hineinreicht, und weil oben die Schichten, die $\frac{1}{100}$ Zoll Quecksilber das Gleichgewicht halten, höher sind, so ist die Höhe einer kleinern Anzahl Schichten eben so grofs als einer gröfsern Anzahl, die mehr nach unten sind.



Bei 12°,9 R. ist die Länge	5,186 Zoll
bei 3°,3 R. » » »	5,156 Zoll

Also Unterschied 0,012 Zoll oder 1,2 Schicht, da jede $\frac{1}{100}$ Zoll ist.

Allein die kürzere Säule fängt in der Schichttafel höher an, nemlich bei . . . . . 27,551 Zoll indefs die längere tiefer anfängt, nämlich bei 27,622 Zoll, und hierdurch wird die Gleichheit wieder hergestellt.

Auch Herr Biot hat es für das bequemste gehalten, die obere Quecksilbersäule auf die Wärme der untern zurückzuführen, und hiernach seine Tafeln eingerichtet.

18.

Messung des Monte Gregorio bei Turin im October 1809.

Wenn man eine einzelne Berghöhe mit der Quecksilberwaage mifst, die 1000 bis 2000 Fufs hoch ist, so geht diese Genauigkeit bis auf 1 pCt. Eine gröfsere Genauigkeit wird schon unmöglich wegen des fehlerhaften Ablesens.

Wenn man aber eine Beobachtung von 5000 Fufs Höhe hat, die um den Mittag mehrmals abgelesen wird, so geht diese Genauigkeit bis auf 300 zu 1.

Wenn aber einen ganzen Monat gemessen wird, und immer auf demselben Punkt, so geht die Genauigkeit am Ende bis auf 1000 zu 1. Dieses war beim Monte Gregorio der Fall, den Herr d'Aubuisson im October 1809 zehnmal gemessen hat, und derer Genauigkeit so grofs ist, dafs sie noch von keinem übertroffen worden, obschon es bereits 20 Jahre her sind.

Ich habe die 10 Beobachtungen im 5. Abschnitte bei der Dalton'schen Theorie angeführt, wo ich von Fehlern der Messung und Fehlern der Rechnung handelte. Auch habe ich sie in folgender Schrift angeführt: Ueber die Dalton'sche Theorie von J. F. Benzenberg. Düsseldorf bei Schaub 1830.

Folgendes ist die Berechnung vom Monte Gregorio.

October 1809	Berechnete Höhe in Fuſs. 1830.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.	October 1809	Berechnete Höhe in Fuſs. 1830.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.
1	5253,4	÷ 6,1	$\frac{1}{862}$	4	5256,4	÷ 3,1	$\frac{1}{1697}$
7	5258,4	÷ 1,1	$\frac{1}{4781}$	8	5259,4	÷ 0,1	$\frac{1}{52595}$
17	5252,4	÷ 7,1	$\frac{1}{740}$	18	5273,4	+ 13,9	$\frac{1}{378}$
20	5266,4	+ 6,9	$\frac{1}{762}$	25	5249,4	÷ 10,1	$\frac{1}{521}$
30	5272,4	+ 12,9	$\frac{1}{408}$	31	5265,4	+ 5,9	$\frac{1}{891}$

M. = 5260,6 Fuſs. Mittel = 5260,8 Fuſs.

Die fünf ersten Beobachtungen geben . . 5260,6 Fuſs
Die geometrische Messung gibt . . . 5259,5 Fuſs

Unterschied 1,1 Fuſs

Die fünf letzten Beobachtungen geben . . 5260,8 Fuſs
Die geometrische Messung giebt . . . 5259,5 Fuſs

Unterschied 1,3 Fuſs

Der aus den 5 ersten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,1 Fuſs, welches $\frac{1}{4781}$ des Ganzen ist.

Der aus den 5 letzten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,3 Fuſs, welches $\frac{1}{4045}$ des Ganzen ist.

Die Messung des Monte Gregorio ist bis auf 1000 zu 1 genau. Vielleicht kann man annehmen, daſs sie bis 2000 zu 1 genau ist, da die Ergebnisse sie bis 4000 zu 1 machen.

Diese Messung ist ein Muster von Genauigkeit.

19.

Die Messung des Pic du Midi.

Den 27. Sept. 1803.

Ramond, der vor zwei Jahren gestorben ist, gab 1811 eine Schrift heraus, die folgenden Titel hat: *Mémoires sur la formule barométriques de la mécanique céleste*, und die zu den vorzüglichsten gehört, die geschrieben sind.

Er hat darin vom Pic du Midi über Tarbes sieben Beobachtungen vom Jahr 1803 und 1809. Und vom Pic du Midi über Baréges acht Beobachtungen von den Jahren 1805, 1809 und 1810. Endlich hat er vom Puy de Dôme über Clermont fünf Beobachtungen von den Jahren 1806, 1807 und 1808. Er hat die Resultate angeführt, aber nicht die Beobachtungen. Wahrscheinlich ist er dieses vergessen.

In seinem *exemple de calcul*, das er Seite 234 anführt, hat er den Pic du Midi, den Puy de Dome und den Mont-Perdu. Allein er hat keine Zahlen über die geometrische Messung, und sie sind uns daher unnütz. Blofs vom Pic du Midi gibt er die gemessene Höhe zu 2613,137 Meter, und dieses ist hiernach für Pariser, Rheinl. und Engl. Linien berechnet.

Puissant hat einen *Traité de Géodesie* herausgegeben, welcher 1805 erschienen ist. In diesem handelt er von der Höhenmessung mit der Quecksilberwaage und gibt als Beispiel die Beobachtungen vom 4. vendemiaire, welches die Beobachtung ist vom 27. September 1803. Wir können also diese berechnen. Die welche wir in der Schrift in paris. rheinl. und engl. Linien angeführt haben ist vom 12. Sept. 1803.

Den 27. September 1803 12 Uhr. Breite 43°.

		Wärmemesser an der Quecksilber-waage.	freier Wärme-messer.
Pic du Midi	= 537,203 Mill.	9°,75 Cent.	4° Cent.
Das Cabinet von Hrn. Dangos	= 735,581 Mill.	18°,625 Cent.	19°,125 Cent.

Wenn man diese berechnet, so findet man	2611,8 Meter.
Die trigonometrische Messung gibt . . .	2613,1 Meter.
Unterschied	1,3 Meter

oder sind in paris. Fuſs 8040
trigonometr. Messung . 8044 par. Fuſs.

Unterschied = 4 p. Fuſs oder $\frac{4}{2011}$ des Ganzen.

20.

Berechnung des Montblanc mit der Quecksilberwaage, den 3. August 1787.

Breite 45° 50′.

Die Messung mit der Quecksilberwaage des Herrn von Saussure die er den 3. August 1787 machte, ist die einzige, die wir vom Montblanc haben, und da sie unter den äuſserst günstigen Umständen gemacht worden, daſs es zweifelhaft ist, ob wir in den nächsten Jahren noch eine zweite haben, bei der das Wetter so schön, und die Luft so ruhig war, so will ich sie hierin setzen.

Die Beobachtung von Saussure ist in der De Luc'schen Thermometersprache. Ich will sie in Zoll übersetzen, und in Reaumur'schen Grade des Wärmemessers.

Zu Genf beobachtete Herr von Senebier auf der Sternwarte, welche auf dem Wall liegt, und 81 Fuſs über dem Genfer See ist.

Den 3. August 1787, Mittags um 12 Uhr.

Quecksilberwaage	27,262 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . .	+ 19°2 R.
Wärme der Luft	+ 22°6 R.
Der Feuchtigkeitsmesser stand auf . .	77° in Schatten.

Die Quecksilberwaage des Herrn v. Senebier wurde mit Nr. 1. bezeichnet.

Erste Messung auf dem Montblanc.

Den 3. August 1787, Mittags um 12 Uhr.

Die Quecksilberwaage Nr. 2. stand auf 16,022 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . + 1°2 R.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 2°3 R.
Der Feuchtigkeitsmesser stand auf . . 51°

Zweite Messung auf dem Montblanc.

Den 3. August 1787, Mittags um 12 Uhr.

Die Quecksilberwaage Nr. 3. stand auf 16,024 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . + 2°2 R.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 2°3 R.

Dritte Messung auf dem Montblanc.

Den 3. August 1787, Nachmittags um 2 Uhr.

Quecksilberwaage auf dem Montblanc bei 10° R. 16,085 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . . . . + 1°5 R.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 2°5 R.
Die Quecksilberwaage in Genf stand . . 27,240 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . . . . + 19°2 R.
Wärme der Luft . . . . . + 22°13 R.

Die Beobachtung von Herrn von Saussure ist aus seinen Voyages des Alpes genommen, und die dritte Beobachtung ist theils die Beobachtung und theils die Rechnung mit einander vermischt, und man mufs sie so nehmen, wie er sie gibt.

Die erste Messung gab	13694	p. Fufs über der See,
Die zweite Messung gab	13695	p. Fufs.
Die dritte Messung gab	13655	p. Fufs.
Mittel	13682	p. Fufs.
Messung von Tralles	13639	p. Fufs.
Unterschied	43	p. Fufs.

Da es wahrscheinlich ist, daſs Herr von Saussure beide Quecksilberwaagen um 2 Uhr beobachtet hat, die er aber nur als eine Beobachtung angibt, so hat er noch einmal 13655 Fuſs gehabt, welches nach Tralles 16 p. Fuſs abweicht.

Also 4 Messungen geben . . .	13675 p. Fuſs.
Geometrische Messung von Tralles	13639 p. Fuſs.
Unterschied	36 p. Fuſs

oder $\frac{1}{379}$ des Ganzen.

Die Messung vom Montblanc ist ganz vortrefflich. Es hatte 4 Wochen geregnet, und als es mit dem August gutes Wetter wurde, so war die Luft im Gleichgewicht. Denn Genf ist 18 Stunden vom Montblanc.

21.

Ueber die Genauigkeit der trigonometrischen Messung des Montblanc über dem Genfer See.

Im Jahr 1802 bestimmte Professor Tralles die Höhe des Montblanc über dem Genfer See zu 13639 p. Fuſs. Der Genfer See über dem Weltmeer ist 1150 p. Fuſs, und die Höhe des Neufchateller See's über dem Weltmeer ist 1340 p. Fuſs.

Nach der Messung vom Professor Tralles betrug der Unterschied zwischen beiden Seen 186 Fuſs. Nach Professor Muncke betrug er 190 Fuſs *).

Da Tralles die seinige auf trigonometrisch gemessene Punkte bestimmt hat, und Muncke die seinige auf Höhenmessung mit der Quecksilberwaage, und da zwischen beiden 27 Jahr liegen, so kann man diese Genauigkeit wohl bis auf 4 Fuſs genau halten. Die Wasserhöhe im Neufchateller See wechselt 7 bis 8 Fuſs, und die im Genfer wechselt 5 bis

*) Siehe Gehlers physikalisches Wörterbuch 1829. 5. B. S. 356, wo von Höhenpunkten die Rede ist.

6 Fuſs. Dieses rührt vom Schmelzen des Schnees her. Im Sommer schmilzt er mehr in den Alpen weg, als im Winter, daher ist im Sommer auch der Rheinfall bei Schaafhausen in seinem gröſsten Glanze, wo hingegen im November, wo ich ihn zum zweitenmal sah, der Fall sehr klein war, und nur wenig Wasser hatte.

Man kann also die Messung von Tralles, die 13639 p. Fuſs die Spitze des Montblanc über dem Genfer See gibt, bis 4 Fuſs genau halten.

Pictet seine trigonometrische Messung war 13428 par. Fuſs. Also Fehler 211 p. Fuſs.

Schuckburgh seine trigonometrische Messung war, die er 1790 anstellte, 13542 par. Fuſs. Also Fehler 97 par. Fuſs.

Alle diese Fehler sind nach der trigonometrischen Messung von Professor Tralles bestimmt, die den Montblanc über dem Genfer See zu 13639 Fuſs angab.

Was nun die Saussure'sche Messung mit der Quecksilberwaage betrifft, so berechnete Saussure sie zu 13526 par. Fuſs. Also Fehler 113 par. Fuſs.

Schuckburgh berechnete sie zu 13532 Fuſs. Also Fehler 107 par. Fuſs.

Trembley berechnete sie zu 13423 par. Fuſs. Also Fehler 216 Fuſs.

Lindenau in seinen Tafeln, die er 1809 zu Gotha herausgab, berechnete sie zu 13376 Fuſs. Also Fehler 272 Fuſs.

Nach Professor Kramp, der diese Lehre sehr verworren vorträgt, 14016 par. Fuſs. Also Fehler 377 par. Fuſs.

Von De Luc will ich gar nicht reden, denn dieser hing den Wärmemesser seiner Quecksilberwaage in die Sonne, und nicht in den Schatten, und fand daher seine Warme um 3°,4 R. zu groſs. Seine Normal-Temperatur setzt er 16 ,8 R. und sie muſs eigentlich bei 13°,4 R. stehen. Herr De Luc gab die Höhe des Montblanc zu 13383 par.

Fuſs über dem Genfer See an. Nach Tralles ist sie 13639 Fuſs über dem Genfer See. Also Fehler 256 p. Fuſs. Dieses sind $\frac{1}{53}$ des Ganzen.

Nach Laplace seiner Formel, die er vor 1800 gab und worin er sich ganz an De Luc gehalten hat, (unter andern auch mit dem fehlerhaften Wärmemesser in der Sonne) ist die Spitze des Montblanc über dem Genfer See 13231 par. Fuſs. Tralles die seinige ist 13639 Fuſs. Also 408 Fuſs niedriger, oder $\frac{1}{33}$ des Ganzen.

Also hat Saussure die Höhe des Montblanc um 113 Fuſs fehlerhaft gehabt. Wir haben sie um 36 Fuſs fehlerhaft, oder um 43 Fuſs, wenn nämlich den 3. August um 2 Uhr, das einmal gemessen ist, wovon ich glaube, daſs es zweimal gemessen ist. 36 Fuſs sind $\frac{1}{379}$ des Ganzen. 43 Fuſs sind $\frac{1}{317}$ des Ganzen.

Saussure und Pictet maſsen 1790 den Unterschied zwischen dem Genfer See und dem Neufchateller See, die 5 deutsche Meilen von einander entfernt sind. Sie fanden 206 par. Fuſs. Dieses ist um 20 Fuſs unsicher, wenn man sie mit der geometrischen Messung von Tralles vergleicht, nämlich 186 Fuſs; oder um 16 Fuſs ungewiſs, wenn man sie mit den Höhen vom Genfer See und vom Neufchateller See vergleicht, welche Professor Muncke anführt, 190 par. Fuſs.

22.

Die Höhenmessung des Aetna von Herrn von Saussure.

Herr von Saussure besuchte auf seinen Reisen Sicilien, und auf diesen den Aetna. Wann er da gewesen ist, hat Ramond nicht angegeben, sondern sich bloſs begnügt, seine Reise §. 941 anzugeben. Ich habe aber des Herrn von Saussure seine Reise nicht zur Hand, und kann daher auch nicht sagen, ob der Monat recht war, den man wegen der Feuchtigkeit der Luft anwenden muſs. Ich habe den August angenommen. Ein Berg, der 10270

par. Fuſs hoch ist, ist es wahrscheinlich, daſs er im August oder September gemessen wird.

Folgendes sind die Beobachtungen, welche Ramond S. 238 anführt.

Die Breite ist 38°.

Catane 28 Zoll 1,13 Linien bei 23°1 R. Die Wärme der Luft 23°1 R.

Aetna 18 Zoll 10,94 Linien bei 4°,4 R. Die Wärme der Luft 4°,4 R.

Die Höhe des Aetna ist demnach 10270 paris. Fuſs.

Herr Dangos ist auch auf dem Aetna gewesen, und findet 10266 paris. Fuſs mit der Beobachtung, die er selber gemacht hat.

Herr von Saussure war der erste, der darauf aufmerksam machte, daſs die Wärme im Innern der Erde zunehme. Er that dieses zu Bex in der Schweiz in der dortigen Saline. Er fand dort in einer Tiefe von 233 p. Fuſs 11°,5 R., und in einer Tiefe von 677 Fuſs fand er 13°,9 R. Also Unterschied 2°,4 R.

Dieses war in den neunziger Jahren. Doch hatte de Luc schon in den achtziger Jahren darauf aufmerksam gemacht, daſs er in den tiefsten Gruben am Harz 10 bis 12° R. mehr gefunden habe, als bei Tage, und das auf eine Tiefe von 1023 paris. Fuſs. Doch scheint de Luc keine Anwendung auf die fortgehende Temperatur-Erhöhung in der Tiefe der Erde gemacht zu haben.

Auf dem Aetna hatte Herr von Saussure den Brand des Kraters, und er konnte, wenn er 5 bis 6 Meilen in die Erde stieg, eine Glut haben, die dem Brande des Kraters gleich kam.

23.

Messung des Chimborazo von Herrn von Humboldt.

Am höchsten ist Herr von Humboldt auf dem Chimborazo gestiegen, wo er alle Beobachter hinter sich lieſs.

Am Südmeer beobachtete er den Stand der Quecksilberwaage auf 337,79 Linien, und der Wärmemesser stand bei der Quecksilberwaage auf 25°,3 Centes. und der freie Wärmemesser stand ebenfalls auf 25°,3 Centes.

Auf dem Chimborazo stand am 23. Juni 1802 die Quecksilberwaage auf 167,20 Linien, und der hunderttheilige Wärmemesser stand bei der Quecksilberwaage auf 10°,0 und der freie Wärmemesser stand auf 1°,6 Centes.

Wenn man hiernach die Höhe des Chimborazo berechnet, so findet man, dafs er 18057 paris. Fufs hoch ist.

Die geometrische Messung gab für den Stand des Herrn von Humboldt 18186 paris. Fufs. Also 129 par. Fufs Unterschied oder $\frac{1}{134}$ des Ganzen.

Das ist die gröfste Höhe, die je Menschen erstiegen haben.

Herr von Humboldt mafs eine Standlinien in der Ebene von Tapia von 1702 Meter, und zwei geodätische Operationen gaben ihm die senkrechte Höhe der Spitze des Chimborazo über dem Meere zu 3267 Toisen oder 19602 paris. Fufs.

Bei der Besteigung des Chimborazo hinderte ihn zuletzt eine Spalte, um hinauf zu kommen. Er war von dem Gipfel noch 236 Toisen oder 1416 paris. Fufs. Wenn man diese 1416 par. Fufs von 19602 par. Fufs abzieht, so bleiben noch 18186 par. Fufs oder 5907 Meter für diejenige Höhe, auf welcher ein Mensch gestiegen ist.

24.

Der Luftballon von Gay Lussac in Paris.

Man hat eine lange Zeit geglaubt, dafs Amerika die höchsten Berge hätte, und dafs der Chimborazo von allen der höchste sei. Allein dies ist ein Irrthum gewesen, und Asien hat die höchsten.

Ein reisender Engländer hat den Dhawalageri, Gipfel des Himalaya-Gebirges zu 24166 par. Fufs gemessen. Den

Dschawehir zu 24156 par. Fuſs und den Yamunavatari in Nepaul zu 23919 par. Fuſs. Das sind also noch 6000 Fuſs höher, wie Herr von Humbold auf dem Chimporazo stand.

Aber in diesen Höhen kann wohl kein Mensch mehr leben.

Den 16. September 1804 ging in Paris Gay Lussac mit dem Ballon auf, und beobachtete die gröſste Höhe zu 6967 Meter oder 21045 par. Fuſs.

Die Beobachtung stand auf folgende Weise:

Sept.	Druck der Luft.	Wärme d. Quecks.	Wärme d. Luft	Mittlere Wärme.
1804	Paris . . . 0,76568 Met.	+ 30°8	+ 30°8	10,°6
16	Luftballon 0,32880 Met.	÷ 9°5	÷ 9°5	

25.

Die Höhenmessungen der Heerstraſsen.

Bei der Messung gewöhnlicher Berghöhen ist die Genauigkeit von einem Procent hinlänglich.

Wir hatten dieses bei der Vermessung des Groſsherzogthums Berg, wo auch alle Höhen bis auf ein Procent genau waren.

Will man z. B. die Vegetationsgrenze bestimmen, so ist bei 1000 Fuſs Höhe ein Unterschied von 10 Fuſs nicht bemerkbar. Oder man will die Wasserscheide bestimmen, so ist ein Unterschied von 10 Fuſs auch nicht bemerkbar, ob eine Quelle höher oder tiefer liege, wie eine andere.

Nur beim Wegebau muſs man allerdings mehr haben als die angeführte Genauigkeit. Aber eine Genauigkeit von 300 zu 1 kann genügen.

Beim Wegebau nimmt man zwei Quecksilberwaagen und zwei freie Wärmemesser, welche $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuſs lang sind. Dann gebraucht man noch zwei Stative, woran man die Quecksilberwaagen hängt. Endlich hat man noch zwei Vergröſserungsglä-

ser nöthig, welche auf der Quecksilberwaage unten und oben aufstehen. Sie sind befestigt und mit ihnen kann man den Stand des Quecksilbers sehr scharf ablesen. Sie vergröfsern drei- oder viermal. Weil von ihnen das scharfe Ablesen abhängt, so hat man an jeder Quecksilberwaage zwei Vergröfserungsgläser.

Die beiden Beobachter sind keine Stunde auseinander und die Quecksilberwaagen haben daher gleichen Druck der Atmosphäre. Eine Strecke von hier bis Elberfeld, welches 6 Stunden sind, wird in zwei, oder höchstens drei Tagen gemessen, nämlich von des Morgens zehn bis des Nachmittags um vier Uhr.

Wenn der Tag ruhig ist, so geht das Quecksilbermessen an.

Der erste Punkt wird am Grafenberg gemessen.
Der zweite Punkt eine viertel Stunde weiter.
Der dritte Punkt unten am Gallberg.
Der vierte Punkt auf der Gallberger Höhe u. s. w.

Die beide Beobachter sind ungefähr eine halbe oder ganze Stunde auseinander. Sie beobachten alle fünf Minuten, und setzen dieses eine halbe Stunde fort.

Nachdem sie die Beobachtungen aufgeschrieben haben, geht der eine weiter, allein der andere bleibt stehen.

Nachdem dieser nun eine halbe oder ganze Stunde gegangen ist, schlägt er sein Stativ auf, und beobachtet wieder von fünf zu fünf Minuten.

Die Zeit ist wieder eine halbe Stunde und nun geht der zweite weiter. Und so fahren sie fort, bis sie zu Elberfeld an der Wupper sind, wo sie dann die Höhe von 337 rh. Fufs haben, die die Kunststrafse vom Düsseldorfer Werft bis zu Elberfeld an der Wupperbrücke gestiegen ist.

26.

Messung senkrechter Standlinien mit Hülfe der Quecksilberwaage.

Die grofse Genauigkeit unserer Messungen mit der Quecksilberwaage macht es möglich, dafs man sie zum Messen senkrechter Standlinien gebrauchen kann, wenn nämlich im Gebirge das Messen der horizontalen Standlinien unmöglich ist. Man kann jede Messung mit der Quecksilberwaage bis auf ungefähr $\frac{1}{300}$ der ganzen Höhe als genau annehmen, wenn diese über 2000 Fufs beträgt, und die Umstände nicht ungünstig sind.

Dieses ist eine Genauigkeit, welche bei den wenigsten geometrischen Arbeiten erreicht wird, womit man die Karte von einem gebirgigten Lande aufnimmt, und mit der man immer zufrieden sein kann. Nehmen wir wieder die Figur aus Nro. 2 Tab. 4., so ist *am* die mit der Quecksilberwaage gemessene Höhe des Berges. In *b* ist der Höhenwinkel *a b d* beobachtet, und da man ohne merklichen Fehler annehmen kann, dafs das Dreieck bei *d* rechtwinklich ist, so kann man die horizontale Entfernung *b d* berechnen.

Dieses ist indefs nicht die wahre, sondern sie mufs noch vom Einflufs der Strahlenbrechung und der Krümmung der Erde befreit werden. Da man *b d* kennt, so sieht man in den Nro. 4 und 6 des zweiten Abschnitts über die Dalton'sche Theorie mitgetheilten Tafeln nach, wie viel diese für die gegebenen Entfernungen betragen und verbessert hiermit die Höhe *a d*. Man berechnet dann aufs neue das Dreieck *a b d*, und findet so die wahre Entfernung *b d* welche der Linie *b m* gleich ist, da für so kleine Bogen die Sehnen und Tragenten nicht merklich von einander abweichen.

Beispiel: Die gemessene Höhe des Berges sei = *am* = 1200 Meter und der beobachtete Höhenwinkel *abd*

sei 2°45′, so ist der Tiefenwinkel $bad = 87°15'$. Hieraus findet man die Seite $db = 24982$ Meter, oder die Entfernung vom Berge ungefähr 6 Stunden.

Hierfür gibt die Tafel Nro. 4 des zweiten Abschnitts 49 Meter für die Erhöhung des scheinbaren Horizonts. Nach Nro. 6 ist der Einflufs der Strahlenbrechung $= 49 \times 0{,}16 = 8$ Meter. In dem Dreieck abd ist also $ad = 1200 \div 49 \div 8$ Meter $= 1143$ Meter. Mit dieser verbesserten Seite ad berechnet man die Entfernung von bd aufs neue, vorher aber verbessert man den stumpfen Winkel bei d, der nicht genau 90 Grad ist, wie bei der vorigen Rechnung angenommen worden. Da 10000 Meter 324 Sekunden sind, so beträgt er bei 24982 Meter Entfernung 90° 14′ und der Winkel bei a ist 87°1′. Mit diesem Winkel und mit der Seite von 1143 Meter finden wir $bd = 23791$ Meter, also ungefähr 1200 Meter kleiner. Dieses ändert den Einflufs der Krümmung der Erde um 4 Meter, welches statt 49 nur 45 ist. Da hierdurch die Linie ad um ungefähr $\frac{1}{300}$ ihrer Länge geändert wird, so müfste man die Rechnung zum drittenmale wiederholen. Allein man kann dieses leicht vermeiden, indem man gleich bei der ersten Rechnung nach dem Augenmaafse die Entfernung des Berges schätzt, und nach dieser Schätzung die Verbesserungen, welche die Strahlenbrechung und die Krümmung der Erde erfordern, vorher anbringt. Man wird sich nicht leicht in der Entfernung eines Berges um eine Stunde irren, und die erste Rechnung gibt dann die Entfernung so genau, dafs man die zweite Rechnung als völlig scharf ansehen kann.

Es ist nun noch zu untersuchen übrig, ob man ohne merkliche Fehler die Linie bm so grofs als die Entfernung bd setzen dürfe, welche man berechnet hat.

Wir sehen eben, dafs in unserm Beispiele der Winkel bei $c = 14$ Minuten war. Da das Dreieck cbm gleichschenklich ist, so ist der Winkel bei $b = 89°46'$ und der Winkel $bmd = 89°53'$. Die Seite bd fanden wir zu 23791 Meter, und die Rechnung gibt für die Seite bm

ebenfalls 23791 Meter. Der Unterschied beträgt kaum ein paar zehntel Meter.

Da es selten ist, daſs man auf diese Weise horizontale Entfernungen bestimmt, die gröſser als 6 Stunden sind, so braucht man auf ihn keine Rücksicht zu nehmen.

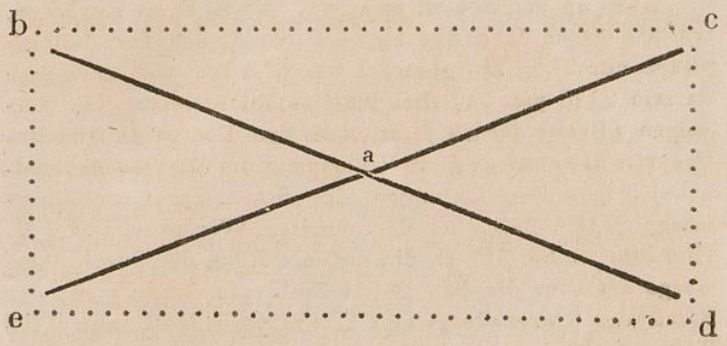
Auſser der horizontalen Entfernung *b d* findet man auch die schiefe *a b*, welche man ebenfalls als eine Standlinie ansehen, und aus ihr wieder neue Entfernungen bestimmen kann. Wie die Rechnung in jedem Falle geführt, lehrt die Ansicht der Figur. Man erhält bei den Messungen im Gebirge immer Pyramiden, so wie die Figur in Nro. 3 des zweiten Abschnitts, und man kann aus ihr immer leicht beurtheilen, welche Linien und Winkel man messen, und welche man berechnen muſs.

27.

Auf diese Weise kann man die Entfernungen aller Orte *b*, *c*, *d*, *e* berechnen, die um den Berg liegen. Diese Entfernungen beziehen sich aber nur auf die Axe des Berges, nicht von der Entfernung vom Mittelpunkt der Erde, und dieses reicht aber noch nicht hin, um sie in eine Charte zu bringen.

Es sei daher in der folgenden Figur, *a* der Mittelpunkt des Berges, *b*, *e*, *d*, *e*, die Orte, die um den Berg herum liegen, so miſst man von der Spitze des Berges die Winkel, die zwischen ihm liegen, z. B. *b a e*, *c a d* und führt dann diese Winkel auf den Horizont zurück.

Da man die Tiefenwinkel schon kennt, so berechnet man nun die 4 Dreiecke, die um den Punkt *a* herumliegen, weil in jedem Dreieck zwei Seiten, und die eingeschlossenen Winkel bekannt sind.



28.

Die Gleichförmigkeit im Stande der Quecksilberwaage an allen Orten der Erde.

Das Luftmeer steht gleich hoch an allen Orten der Erde. Nur kommen kleine Störungen in Betracht, wie z. B. im westlichen Deutschland, an der See. Dort leidet die Quecksilberwaage durch die Seeluft. Die Seeluft ist immer voll Dünste, und da die Dünste leichter sind, als die Luft, so steht die Quecksilberwaage niedriger. Die Wasserdünste betragen gegen das Gewicht der Luft 0,62, das Gewicht der Luft gleich 1 gesetzt.

Aber sehr viele Dünste sind nicht in der Luft. Sie betragen im Inneren des Landes nur auf 10000 Fuſs = 30 Fuſs, nämlich das ganze Jahr. Folgendes ist die Angabe der Monate in Genf, wo es weder trocken noch feucht ist.

Für eine Berghöhe von 10000 Fuſs beträgt diese nach D'Aubuisson:

Im Januar . .	+ 17	Fuſs.	Im July . . .	+ 48	Fuſs.
» Februar . .	18	»	» August . . .	48	»
» März	20	»	» September .	40	»
» April . . .	24	»	» October . .	27	»
» May	35	»	» November . .	24	»
» Juny	41	»	» Dezember . .	18	»

Aber an der See ist es mehr, wie z. B. in Kuxhaven, wo das ganze Jahr der mittlere Stand der Quecksilberwaage nur 27,96 Zoll beträgt bei 6°,4 R., und er müsse da sein 28,18 par. Zoll bei 10° R. Zu Ullersvang in Norwegen (Breite 60°,19′) ist nach den Beobachtungen des Propstes Hertzberg in Ullersvang im Mittel aus achtzehnjährigen Beobachtungen der Stand der Quecksilberwaage 27,987 Zoll, bei der mittlern Wärme von 5°,7 R. Hiernach ist bei 10° R. die mittlere Höhe der Quecksilberwaage am Ufer der See 28,014 Zoll. In Venedig ist der Stand der Quecksilberwaage 28,180 paris. Zoll, also 0,166 Zoll verschieden.

29.

Einflufs des Windstriches.

Der Windstrich hat einen grofsen Einflufs auf die mittlere Höhe der Quecksilberwaage. In Kuxhaven ist die mittlere Höhe noch keine 28 Zoll sondern nur 27,96 Zoll bei 6°,4 R., und dies rührt von den dort herrschenden Westwinden her, die von der See kommen. Der Beobachter ist Herr Deich-Inspector Woltmann.

In Copenhagen ist beim Ostwinde der mittlere Stand des Quecksilbers 2½ Linie höher, als beim Westwinde. Die Copenhagener Sternwarte ist auf der See 28,185 pariser Zoll.

In Paris steht das Quecksilber beim Westwind im Mittel auf	28 Zoll	0,5 Linien.
beim Ostwinde	28 Zoll	1,3 Linien.
Also Unterschied =		0,8 Linien.

Aus Humboldts Beobachtungen folgt, dafs am Aequator die Quecksilberwaage ungefähr 1 Linie tiefer steht, als auf dem 45° der Breite bei 10° R. Wärme. Die Ursache ist, dafs die Quecksilberwaage am Aequator unmittelbar an der See hängt, und nicht wie in Europa und Venedig an der See hängen, aber mitten im festen Lande.

Auch sehe ich keine Ursache, warum die Quecksilberwaagen am Aequator eine Linie höher oder tiefer stehen sollen, wie bei uns; das Einzige, was hierauf Einflufs haben könnte, ist die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtuug, aber dieses kann, wie eine leichte Rechnung zeigt, kaum $\frac{1}{1000}$ Zoll betragen.

Am Aequator ist bekanntlich die Schwere an der Oberfläche des Meeres geringer als bei uns, theils wegen des gröfseren Schwunges, theils wegen der gröfseren Entfernung vom Erdmittelpunkte. Man sehe die Tafel, die in Hinsicht der Berichtigung der Schwere in geographischer Breite statt findet Seite 197. Da nach der Tafel auf dem 45° die Pendellänge 440,40 Linien, und auf dem Aequator 439,20 Linien ist, folglich um 1,2 Linien oder $\frac{1}{367}$ kleiner, so ist die Schwere auch um $\frac{1}{367}$ kleiner, und alle Luftschichten werden um so viel höher und leichter, weil sie um so viel weniger werden angezogen, und sich also wegen ihrer Federkraft um so viel mehr ausdehnen können.

Wenn die Umdrehung der Erde 17mal geschwinder wäre, wie jetzt, so dafs unsere Tage statt 24 Stunden nur 1 Stunde 25 Minuten lang wären, so würde die Schwungkraft die Schwere unterm Aequator völlig aufheben, und die Erde würde so abgeplattet sein, dafs der Durchmesser am Aequator doppelt so grofs wäre wie der unter den Polen.

Die gröfsere Verminderung der Schwere durch den Schwung beträgt aber selbst für die Spitze des Chimborazo nur äufserst wenig.

Unter dem 45° mufs man 72000 Fufs hoch steigen, um die Quecksilberwaage 27 Zoll fallend zu machen, wenn der Wärmemesser auf 0° steht.

Unter dem Aequator mufs man 192 Fufs höher steigen, um eben so viel fallend zu machen, also 72192 Fufs.

Setzt man die Schwere an der Oberfläche gleich 1, so ist die mittlere Schwere für eine Luftsäule von

72000 Fufs = 0,996323
72192 Fufs = 0,996314

Also Unterschied = 0,000009.

Dieses mit 27 Zoll multiplicirt, gibt 0,000243 Zoll, und um so viel steht am Aequator die Quecksilberwaage niedriger. Wollte man auf den letzten Zoll noch Rücksicht nehmen, und setzen, dafs man 108000 Fufs weiter steigen müfste, um die Quecksilberwaage auf 1 Zoll fallend zu machen, so müfste man am Aequator 108294 Fufs steigen. Der Unterschied in der mittleren Schwere einer Luftsäule von 108000 und einer andern von 108294 Fufs, die beide 1 Zoll Quecksilber tragen, ist aber so geringe, dafs es den Stand der Quecksilberwaage noch um keinen Milliontheil eines Zolles ändert.

Die gröfsere Höhe, welche die Atmosphäre unterm Aequator wegen der geringern Schwere hat, ändert also den Stand der Quecksilberwaage ungefähr um $\frac{2}{1000}$ einer Linie.

30.

Die Abnahme der mittleren Schwere.

Aber sollte die gröfsere Höhe der Atmosphäre, welche unterm Aequator von der höhern mittlern Temperatur herrührt, den Stand der Quecksilberwaage nicht kleiner machen können, da die mittlere Schwere in einer höhern Atmosphäre immer kleiner ist, als in einer niedern? Auf dem 45° ist die mittlere Temperatur an der See + 10° R. unterm Aequator + 20°. Rechnet man auf 750 Fufs 1° Wärme-Abnahme, so hat man unterm 45°, 7500 Fufs und unterm Aequator 15000 Fufs zu steigen, bis die Temperatur 0° ist.

Nimmt man ferner an, dafs in den Höhen, wo die Temperatur + 10° R. ist, die mittlere Wärme unterm Pol und Aequator dieselbe bleibt, so mufs man 7500 Fufs steigen, bis man dahin kommt, wo der Wärmemesser + 10° zeigt.

Also am Aequator bis auf 22500 Fufs.
Und unterm 45° bis . . 15000 Fufs.

Die Temperatur von 15000 bis 22500 Fuſs soll unterm 45° durchaus ÷ 10° sein.

Auf dem Aequator wäre also die mittlere Temperatur der 2250 Fuſs langen Luftsäule + 5 Grad, und bei uns wäre sie für die ersten 15000 Fuſs 0° und für die letzten 7500 wäre sie ÷ 10°.

Dieses macht eine Verkürzung von 360 Fuſs, und jenes eine Verlängerung von 540 Fuſs, beides zusammen gibt 900 Fuſs.

Man muſs also der gröſsern Wärme wegen am Aequator 900 Fuſs höher steigen, wenn man das Quecksilber will auf 11 Zoll fallend machen als bei uns.

Setzt man wieder die Schwere an der Oberfläche der See = 1 so ist die mittlere Schwere für eine Luftsäule von 22500 Fuſs gleich 0,99886
für eine von (22500 + 900) = 23400 ist sie . 0,99881

Also Unterschied = 0,00005

Multiplicirt man 0,00005 mit 17 Zoll, um so viel die Quecksilberwaage von 28 bis auf 11 Zoll gefallen ist, so erhält man 0,00085 Zoll Unterschied. Also die Erhöhung der Atmosphäre, welche von der gröſseren Wärme unter dem Aequator herrührt, macht daſs die Quecksilberwaagen von ungefähr Tausendtheil eines Zoll dort niedriger stehen, wie bei uns. Dieses ist eine Gröſse, die niemand beobachten kann.

Auf den Stand der Quecksilberwaage am Ufer der See hat also die Veränderung der Schwere keinen Einfluſs, und die mittlere Stände der Quecksilberwaagen werden auf der ganzen Erde in gleichen Höhen gleich hoch sein, das abgerechnet, was örtliche Störungen im mittlern Stande ändern, wie z. B. die Westwinde in Cuxhaven.

Es schien mir nützlich, diese Frage von dem mittlern Stande der Qecksilberwaagen an der See von allen Seiten

zu erörtern, weil diese, besonders beim Höhenmessen, so oft ein Element der Rechnung bildet.

Europa ist von grofsen Meerbusen durchschnitten, und man kann den Stand der Quecksilberwaagen an der See, mitten im festen Lande beobachten, z. B. in Venedig, Petersburg, Stockholm u. s. w. Nicht so ist es mit den amerikanischen Beobachtungen, welche unter dem Aequator nicht wohl können gemacht werden, als an dem offenen Weltmeer. Dort nur haben die Seewinde denselben Einflufs, den sie in Europa haben, d. h. sie sind feucht. Die Wasserdämpfe bilden aber 0,62 vom Gewichte der Luft, und sind daher leichter.

Wenn man dort eine Strecke zum Lande herein nivellirt, und man hängt die Quecksilberwaagen eben so mitten im festen Lande auf, wie die Quecksilberwaagen zu Venedig, so fände man auch denselben Stand der Quecksilberwaagen von 28,18 Zoll bei 10° R.

Wahrscheinlich stehen die Quecksilberwaagen im Innern von Afrika am höchsten, weil sie dort am entferntesten von der See sind, und die Luft am Trockensten ist.

An der Westküste von Europa steht die Quecksilberwaage immer niedriger. Die Ursache ist die dort herrschenden Seewinde z. B. in Kuxhaven 27,96 Zoll bei 6°,4 R.

Dalton beobachtete sie zu Kendal in Lancashire aus fünfjährigen Beobachtungen, die er von 1788 bis 1792 anstellte, auf 28,149 Z. die Höhe der Quecksilberwaage bei 10° R. Wenn man sie mit der Copenhagener vergleicht, so hat man 28,185 ÷ 28,149 par. Zoll = 0,036 par. Zoll. Dieses sind 31 Fufs Luft oder eigentlich Dünste. Denn England ist eine Insel, und die Quecksilberwaage mufs immer niedriger stehen, als auf dem festen Lande.

Am auffallendsten ist aber vom Probste Herzberg der zu Hardanger Fiord bei Bergen in Norwegen auf dem 60°19′ nördlicher Breite beobachtet hat. Er fand von 1798 bis 1806 die Beobachtungen mit der Quecksilberwaage auf 27,987 Zoll, nämlich auf dem Spiegel der See,

wo die mittlere Wärme 5°,7 R. war. Also bei 10° R. 28,014 Zoll.

Herr von Buch, der diese Nachricht mittheilte, sagte, dafs der Maafsstab an der Quecksilberwaage gut gewesen sei.

Hätte Herr von Humboldt 1802 diese Beobachtung von 1806 gekannt, so hätte er, statt dafs er sie in Europa um 1 Linie höher fand wie in Amerika, um eine Linie tiefer gefunden, wie in Hardanger Fiord.

Allein dies thut die Feuchtigkeit. Von 1765 bis 1770 regnete es in Bergen 70,5 Zoll, in Franecker regnete es 28,5 Zoll und an Englands Westküsten in Kendal regnete es 60,5 Zoll. Blofs in Quatalquivir in Amerika regnete es 90 Zoll. Etwas ähnliches wie in Europa in Bergen findet man nicht.

Allein die Menge Regen ist nur auf einen kleinen Raum bei Bergen beschränkt. 3 Meilen davon regnet es schon weit weniger. Aber an den Westküsten von Norwegen regnet es überhaupt mehr als wie in andern Ländern. Der Regen geht strichweise und 10 Meilen von Bergen kann es schon um die Hälfte weniger regnen.

In Copenhagen fand man, dafs es auf der Sternwarte, die 120 Fufs hoch ist, ein Fünftel weniger regnete, als im Garten.*)

*) Im Jahr 1810 traf ich Herrn von Buch zu Iverdun in der Schweiz. Er erzählte mir, dass an der Westküste von Europa alle Quecksilberwaagen so tief ständen z. B. die von Kuxhaven, die eben erst 28 Zoll stände, und die von Bergen, die 28,01 Zoll stände. Er sagte mir, dass die Seewinde viel Feuchtigkeit hätten, und dass deswegen auf den Inseln ein niedriger Stand der Quecksilberwaagen statt fände.

Im Jahr 1811 machte ich dieses in meinen Schweizer Briefen bekannt, die aber leider niemand gelesen hat. Dem Französischen Kaiser gefielen sie nicht, aber aus welchen Gründen ist mir unbekannt. Er verbot sie.

Im Jahr 1813 machte Gilbert in den Annalen einen Aufsatz über die mittlere Barometerhöhe am Ufer der See. Die Schweizer Briefe hatte er nicht gelesen.

31.

Uebersicht über das Höhenmesssen mit der Quecksilberwaage.

Dieses sind alle Verbesserungen, welches die feinste Theorie erfordert.

Die gewöhnliche Darstellung derselben mit den höheren Rechnungen ist zwar nicht verwickelter, aber doch weniger allgemein verständlich, wie es den Menschen angenehm ist, welche sich ein Vergnügen daraus machen, die Höhen der Berge zu messen.

Bei der Schichtmethode kommen keine andere Begriffe vor, als die jedem geläufig sind, weil man sie täglich bei den Rechnungen des gewöhnlichen Lebens anwenden mufs, nämlich: die Begriffe von den vier Spezies und die Regel von Dreien.

Folgendes ist die Uebersicht über der Lehre des Höhenmessens mit der Quecksilberwaage, welches das Buch jetzt schliefst.

1) Die Quecksilberwaage ist eine Waage, auf welcher die Gewichte der Luft gegen das vom Quecksilber abgewogen wird.

Das Gewicht der Luft geht nach dem Mariotte'schen Gesetz. Dieses Gesetz ist noch bei 27 Atmosphären dasselbe. So fanden es Arago und Dulong. Und bis zu 60 Atmosphären ist es eben so beständig, wie es Oersted und Suenson fanden. Von 14 bis 28 Zoll sind erst zwei Atmosphären.

2) Die Luftsäule und die Quecksilbersäule sind in Gedanken in horizontalen Schichten getheilt, die alle gleich schwer sind.

Jede Quecksilber-Schicht ist in $\frac{1}{10}$ Linien eingetheilt. Die Schicht-Tabelle sagt, wie viel Fufs jede Luftschicht hoch ist, die $\frac{1}{10}$ Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält. Sie beruht auf dem Verhältnisse, dafs die Luft bei 0° R. um 10495 mal leichter ist, als Quecksilber, welches am Ufer der See und unterm 45° der Breite abgewogen ist.

3) Das Höhenmessen ist ein Abwiegen, wobei man sieht, wie viel Quecksilberschichten oben auf dem Berge weniger auf der Waage sind, wenn sie einspielt, als am Fufse desselben.

Man weifs nun, dafs eben so viel Luftschichten oben weniger sind, und die Schichttabelle sagt: wie viel diese Luftschichten zusammen ausmachen. Dieses ist die Höhe des gemessenen Berges.

4) Die Schichttafeln sind für den Gefrierpunkt berechnet, weil dieser der bequemste ist, da er der Nullpunkt und der Wärmemesser ist.

Ist bei der Messung die Wärme der Luftsäule, und die Wärme des Quecksilbers auf dem Gefrierpunkte, so geben die Tafeln die Berghöhen, ohne alle Verbesserung.

Ist dieses aber nicht der Fall, so nimmt man aus der untern und obern Wärme der Luftsäule das Mittel, und nimmt an, dafs ihre Länge dieselbe gewesen sei, wenn sie durchaus die mittlere Wärme gehabt hätten.

Die Quecksilbersäulen führt man ebenfalls auf die mittlere Wärme der Tabelle 1 zurück, und so hat man dann der Aufgabe Genüge gethan: Luft und Quecksilber bei gleicher Wärme abzuwiegen.

5) Aber man müfste auch nun für die mittlere Wärme eine neue Schichttafel haben, bei der das Verhältnifs in dem spezifischen Gewichte zwischen Luft und Quecksilber zum Grunde legen, welches bei diesem Wärmegrad statt findet. Denn das für den Nullpunkt zu 1 für 10495 pafst nicht, da beide Körper sich verschieden ausdehnen, und also auch für jeden Wärmegrad ein anderes Verhältnifs in ihrem spezifischen Gewichte haben.

Wie viel dieses für jeden Wärmegrad beträgt, zeigt Tafel 3, in welcher man findet, wie viel man in jeder Berghöhe addiren mufs, wenn man bei der Rechnung die Schichttafel Nr. 2 gebraucht, die für den Eispunkt berechnet ist.

Auf diese Weise ist nun die Aufgabe gelöst: Luft und Quecksilber bei gleicher Wärme gegen einander abzuwiegen und zu berechnen.

6) Hierfür ist die Luft als trocken gedacht worden. Aber die Luft ist nicht trocken, sondern ein wenig feucht. Dieses beträgt zwar nur äufserst wenig, und ist auf 10000 Fufs Höhe, das ganze Jahr nur 30 Fufs.

Die Wasserdämpfe sind leichter. Wenn die Luft 1 ist, so sind die Dämpfe 0,62. Die feuchte Luft ist daher leichter, wie trockene. Im Sommer, wenn die Luft warm ist, ist viel mehr Feuchtigkeit da, wie im Winter, wo es nicht so warm ist. Im Sommer kommen im Juli auf 10000 Fufs 48 Fufs wegen der Feuchtigkeit der Luft; im Winter im Januar kommen auf 10000 Fufs nur 17 Fufs wegen der Feuchtigkeit.

Hierfür ist nun die Tabelle Nr. 4 berechnet, welche für jeden Monat sagt, wie viel Feuchtigkeit die Luft auf 10000 Fufs hat. Diese Tabelle ist um Ein viertel ungewifs, welches auch der Feuchtigkeitsmesser sein mag, den man gebraucht. Indefs da diese Tabelle nur sehr kleine Resultate liefert, so ist sie brauchbar. Beim Monte Gregorio lieferte sie für 5259 Fufs, 13,5 Fufs, und da gilt es gleich, ob sie um 4 Fufs mehr oder weniger hat, nämlich bei einer einzelnen Beobachtung.

Ist aber von einem ganzen Monat die Rede, wie es beim Monte Gregorio der Fall war, so wird der Feuchtigkeitsmesser abgezogen. Dann wird aus 13,5 Fufs $\div$ 3,6 Fufs = 9,9 Fufs und der Einflufs der Feuchtigkeit ist dann auf's Schärfste berechnet.

7) Das Verhältnifs zwischen den spezifischen Gewichten von Luft und Quecksilber von 1 zu 10495, auf dem die Schichttafel beruht, gilt für den 45°.

Da die Luft ein elastischer Körper ist, so hängt das Verhältnifs ihres specifischen Gewichtes, wenn man sie gegen einen unelastischen wie Quecksilber wiegt, von der Stärke der anziehenden Kraft der Erde ab, die an dem Orte ist, wo das Abwiegen geschieht. Wenn beide Kör-

per elastisch oder wenn beide unelastisch sind, so ändert sich das Verhältnifs ihrer spezifischen Gewichte nicht. Wenn unter dem 45° das Verhältnifs der spezifischen Gewichte von Sauerstoffluft und von atmosphärischer Luft, wie 1,1026 zu 1 ist, so ist es dieses auf dem Pol, und auf dem Aequator ebenfalls. Denn beide werden durch vergröfserte Schwere in gleichen Graden zusammengedrückt und dichter, und durch verminderte Schwere dünner und leichter.

Da die Schwere für jeden Breitegrad anders ist, so ist auch dieses Verhältnifs für jeden Breitengrad anders, und man müfste für jeden Grad eine besondere Schichttafel haben, welche nach diesem Verhältnifs berechnet wäre.

Wie viel diese für jeden Grad von der für den 45° abweichen würde, zeigt Tafel 5. Berichtigt man mit dieser die gefundene Berghöhe, so kann man die Schichtafel, die für den 45° berechnet ist, auf der ganzen Erde gebrauchen.

8) Aber die Schwere nimmt auch in senkrechter Richtung ab, und die Schichttafel ist so berechnet, als wenn sie durchaus gleichförmig wäre. Die obern Luftschichten sind daher in der Natur höher, wie sie in der Schichttafel sind.

Zugleich ist oben das Quecksilber leichter als unten, und wie viel zeigt die 6te Tafel, welche die Berichtigung enthält, welche von der gröfsern Höhe der Luftschichten und von der geringeren Schwere des Quecksilbers in den obern Höhen herrührt.

Bringt man auch diese Berichtigung an, so ist der Aufgabe Genüge geschehen: Quecksilber und Luft bei gleicher Wärme und bei gleicher Schwere gegen einander abzuwiegen und zu berechnen.

9) Endlich kommen wir auf die Dalton'sche Theorie.

Dalton nahm an, dafs die 4 Luftarten, die unsere Atmosphäre bilden, völlig unabhängig von einander wären.

und daſs wenn man eine Luftart wegnähme, z. B. den Sauerstoff, die anderen weder dünner noch leichter würden.

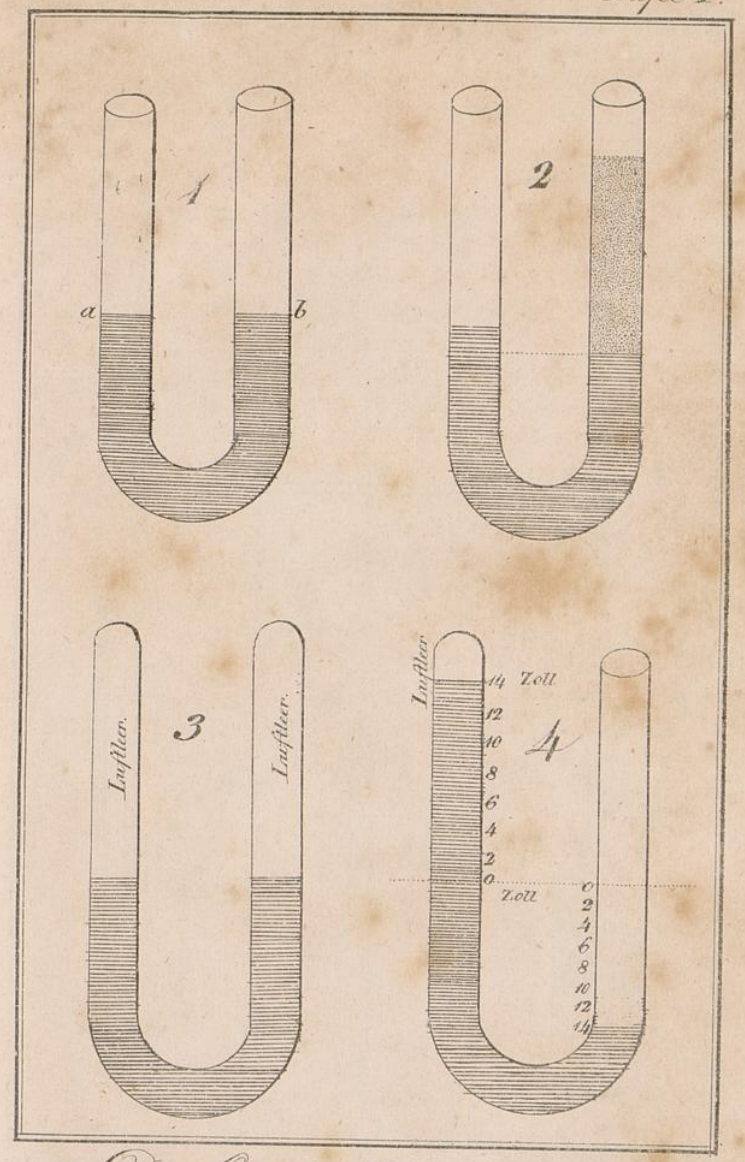
Er that dieses um die Wasserdämpfe zu erklären, die eine ganz eigene Natur haben, und wovon Deluc, Lichtenberg und Volta glaubten, daſs sie gar nicht von der Atmosphäre gedrückt würden.

Ich habe die Dalton'sche Theorie angenommen, und im 5. Abschnitte berechnet, so auch die Gründe angeführt, die mich zu dieser Annahme bestimmten. Sie ist Tafel 7, welche die Aufschrift hat: »Die Dalton'sche Theorie.» Auf 10000 Fuſs ist sie ÷ 18 Fuſs. Aber sie ist verschieden, wie man dieses aus der Tafel siehet, wo jede der 4 Atmosphären berechnet ist.

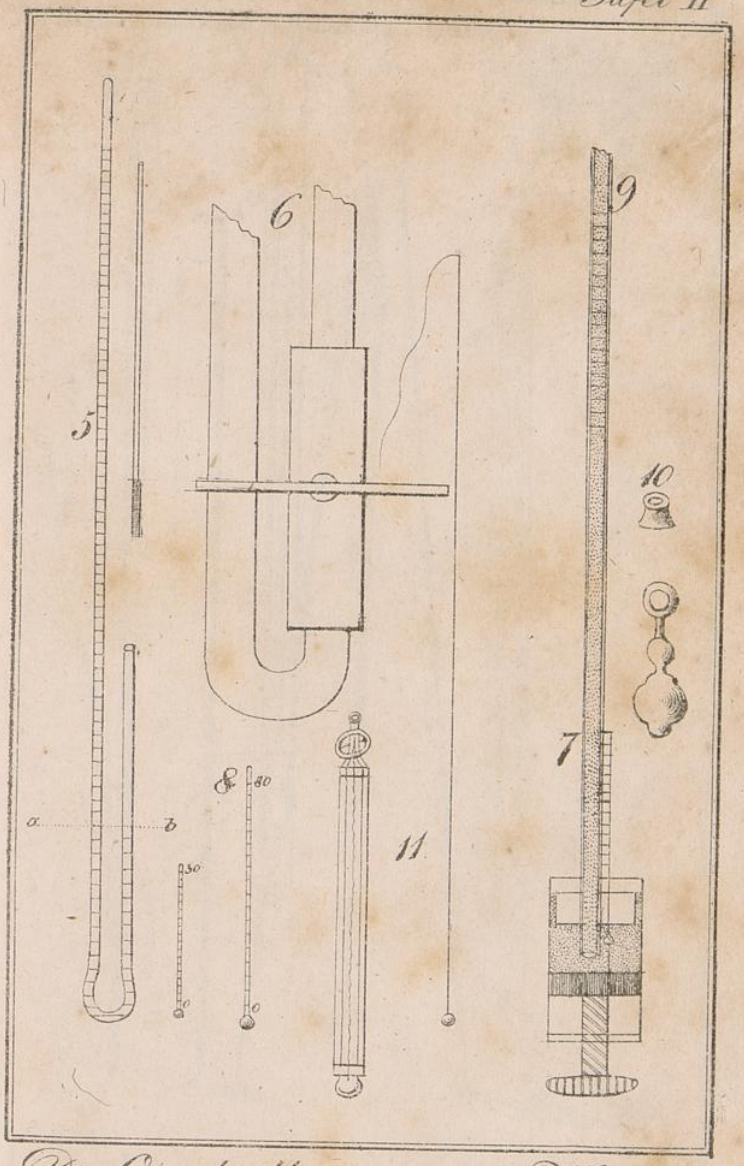
Bei 5000 Fuſs ist sie z. B. ÷ 11,7 Fuſs.

32.

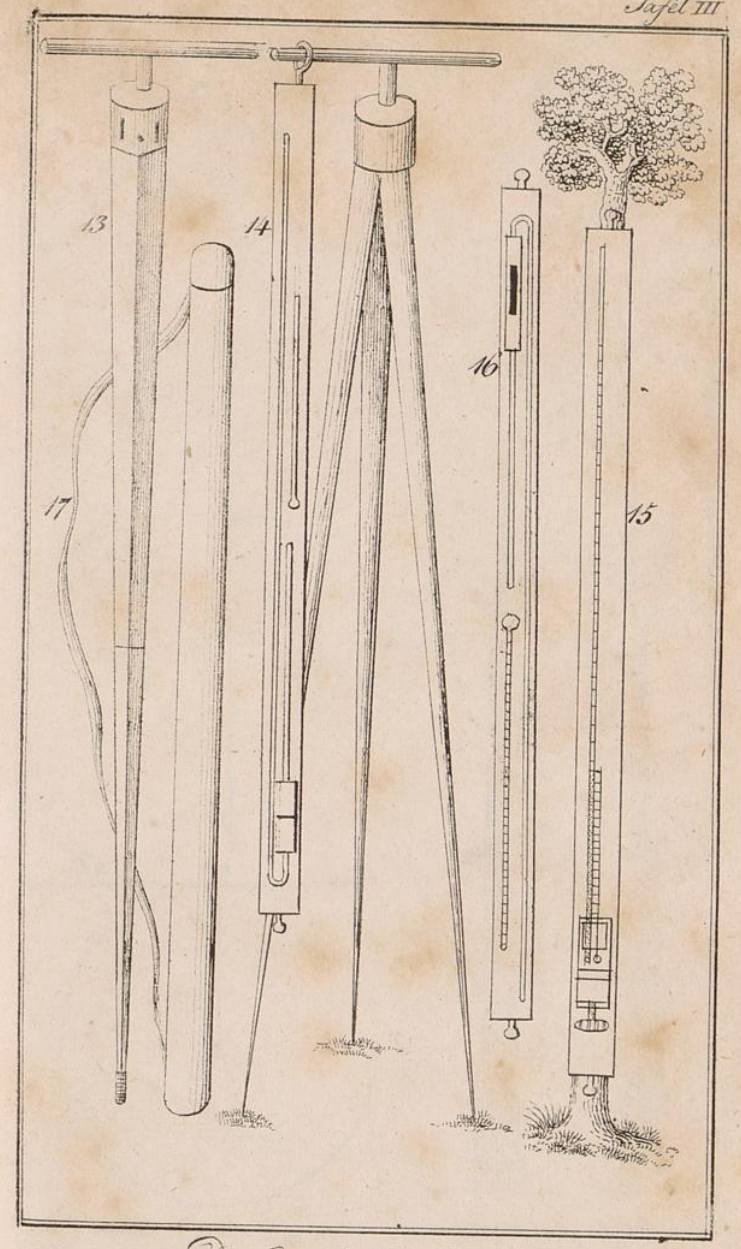
Dieses sind nun alle Verbesserungen, welches die feinste Theorie erfordert.



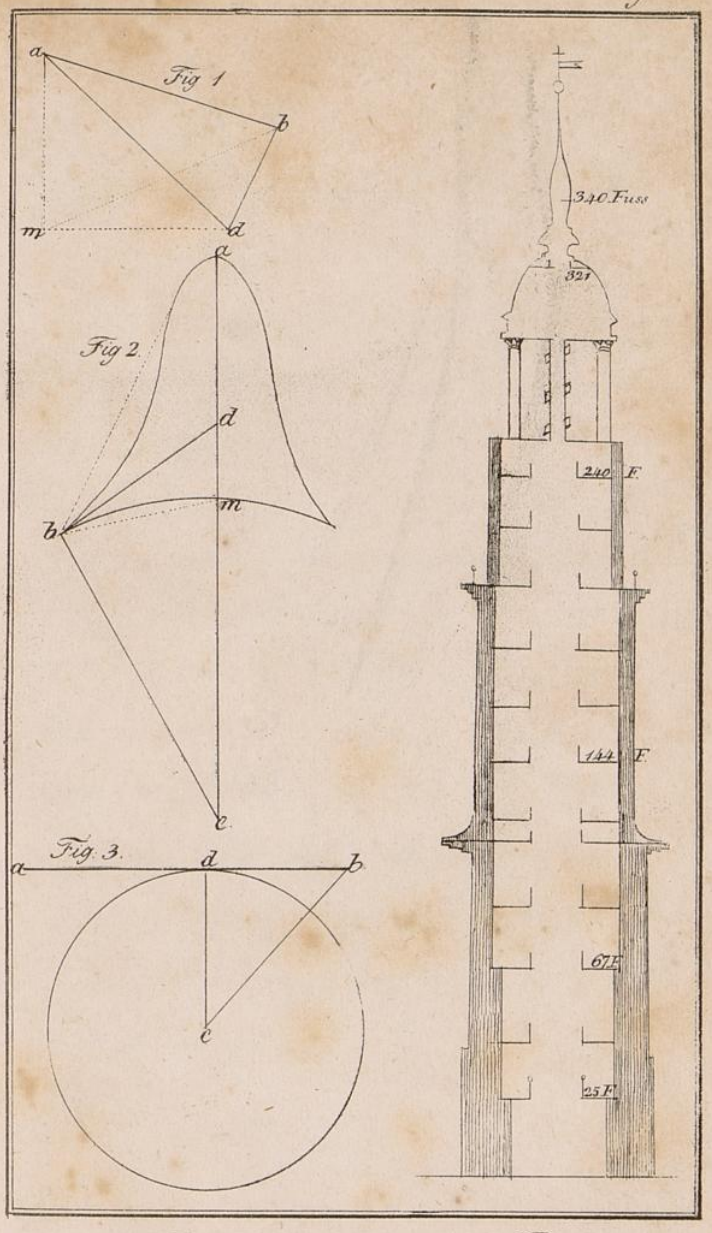
Die Quecksilberwaage.



Die Quecksilberwaage, der Wärmemesser und der Feuchtigkeitsmesser.



Die Quecksilberwaage.



1 Höhenmessung der Berge
2 Durchschnitt vom St. Michael
in Hamburg.

die Bessel'sche Theorie ist mit dem unbewaffneten Auge angebracht und muß also hier stets Minus.

Nach Dr. Gauß hat man folgende Astrosphäre:

Höhe in Fuß	Astrosphäre nach Gauß Theorie	Höhe des Quecksilbers	1 Zoll Quecksilber in Fuß	die Bessel'sche Theorie nach Dr. Gauß.
5000	+ 0,0018	22,83 Zoll	1071	+ 1,9 Fuß
10,000	+ 0,0057	18,16 „	1348	+ 7,6 „
15,000	+ 0,0103	15,17 „	1613	+ 16,6 „
20,000	+ 0,0148	12,37 „	1980	+ 29,3

Bei 5000 Fuß ist es nur 1,9 Fuß, muß also in Rechnung nicht zu berücksichtigen, da man keinen Höhen hat die 5000 Fuß betragen.