Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1259

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1259

ÜBER DIE DALTON'SCHE THEORIE

VON

J. F. BENZENBERG.

MIT 3 STEINDRUCKTAFELN.

DÜSSELDORF,
BEI J. E. SCHAUB.
1830.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Benz. 1259 (42)
2 Bl.

GEGRÜNDET VON J. F. BENZENBERG 1846. ZAHLEN ENTSCHEIDEN
STERNWARTE DER STADT DÜSSELDORF

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

AN

DOCTOR OLBERS

IN BREMEN.

DEM ENTDECKER ZWEIER NEUEN PLANETEN.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zur Geschichte
der Dalton'schen Theorie in Deutschland.

Wenn das Barometer auf 28,18 Zoll stehet, so kommen auf die Wasserdämpfe 0,42 Zoll, die nicht zersetzt werden.

Diese räthselhafte Erscheinung der Wasserdämpfe 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 Daseyn 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 Atmosphäre, »das Quecksilber auf $\frac{1}{2}$ 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 kohlen»sauren Luft werden sie gar nicht zersetzt, weil sie nichts »von diesem empfinden.

»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 Quäcker und Lehrer am Collegio zu Manchester. Seinen Unterhalt

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

verdiente er durch Unterricht in der Chemie und in der Mathematik.

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

John Dalton beschäftigte sich mit dieser Lehre von den Dampfarten und den Luftarten im Jahre 1803.

Höhenmessung mit dem Barometer.

Im Jahre 1807 war Professor Tralles der erste, der sie auf die Lehre vom Höhenmessen mit dem Barometer anwandte. Sie steht in Gilberts Annalen 1807, B. 27, S. 400. Professor Tralles erklärt sich gegen sie.

Im Jahre 1810 reifste ich nach der Schweiz, und fand in Strasburg das Werk von D'Aubuisson, wo er vom Monte Gregorio, den er im October 1809 gemessen, Rechenschaft ablegt. Er that dieses in dem Mémoire sur la messure des hauteurs à l'aide du Barométre par M. D'Aubuisson, Ingenieur des Mines, welches im Journal de Physique von De Lametri im Juny und July 1810 abgedruckt ist.

Ich hatte im October 1809 das Siebengebirge bei Bonn gemessen, und meiner Gesundheit wegen, ging ich nach der Schweiz. Ein Reisebarometer begleitete mich.

D'Aubuisson hatte den Monte Gregorio, der an der italienischen Grenze liegt, mit einer ausserordentlichen Sorgfalt gemessen. Den ganzen Monat October beschäftigte er sich mit ihr, und lafs während 10 Tagen, das Barometer um Mittag oben 5 mal und unten 5 mal ab, nehmlich um 11, 11½, 12, 12½ und 1 Uhr. Der, welcher unten ablafs, war Herr Mallet, Ingenieur en chef des ponts et chausées.

Die Höhe des Berges fand Herr D'Aubuisson zu 5259,5 Fufs. Eine Messung, die nicht über 1½ Fufs fehlerhaft ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bei der Höhmessung wurden Wiederholungskreise von Lenoire 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 Höhemessen zu finden, die allen genehm sey.

Im Jahre 1811 beschäftigte ich mich viel mit der Theorie von Dalton. Ich liefs damals die Schweizerbriefe drucken.

Im Jahre 1812 machte ich eine Anzeige von Biot's, Lindenau's und Oltmann's Tafeln, über das Höhemessen mit dem Barometer, in der Jenaer Literatur-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:

Oct. 1809	Berechnete Höhe in Fufs.	Unterschied in Fufs.	Unterschied in Theile des Ganzen.	Oct. 1809	Berechnete Höhe in Fufs.	Unterschied in Fufs.	Unterschied in Theile des Ganzen.
1	5253,3 F.	÷ 6,2 F.	$\frac{1}{848}$	4	5256,7 F.	÷ 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 Fufs.
Das Mittel aus den zweiten Beobachtungen gab 5259,9 Fufs.
Die geometrische Messung gab . . . 5259,5 Fufs.

Herr D'Aubuisson hatte kein Hygrometer mitgenommen. Die Tafel, die er aus den Genfer Beobachtungen darüber mittheilte, beträgt im October + 14 Fufs auf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

einer Höhe von 5259 Fuſs. Die Tafel zur Berichtigung der Höhe in Hinsicht der Feuchtigkeit beträgt für den Monat October nur 3,5 p. Fuſs. Die Dalton'sche Theorie beträgt ÷ 16 p. Fuſs für den Monte Gregorio.

Im Jahre 1819 kam in Paris bei Levrault der Traité de Géognosie von D'Aubuisson heraus, in welchem er die Barometermessung auf dem Monte Gregorio entwickelt. Er nimmt das Gewicht der Luft von Biot und Arago an, und findet durch die Barometermessung 1714,6 Meter. Durch die trigonometrische Messung findet er 1708,4 Meter. Die Dalton'sche Theorie kannte er nicht, sonst hätte er gefunden, daſs ÷ 5,2 Meter hierfür müssen abgezogen werden.

Messung des Montblanc.

Als Herr von Saussüre den 3. August 1787 den Montblanc bestieg, hatte es vier Wochen geregnet. Als es nun aufhörte, wurde die Luft für eine Barometermessung äuſserst günstig. Genf ist vom Montblanc 18 Stunden. Das Haarhygrometer in Genf stand 77 Grad; das auf auf dem Montblanc stand 51 Grad. Die Thermometer wurden mit aller Sorgfalt beobachtet, so daſs diese Messung auch in dieser Hinsicht ganz genau ist.

Den 3. August 1787, um 12 Uhr

		Unterschied
Erste Messung . .	13682 Fuſs .	. + 23 Fuſs
zweite Messung . .	13693 . » .	. + 34 »
um 2 Uhr	13648 » .	. ÷ 9 »
Die Barometermessung gibt	13674 Fuſs .	. 15 Fuſs.
D. Messung v. Prof. Tralles	13559 Fuſs	
Unterschied	15 Fuſs.	

Die Theorie von Dalton gibt ÷ 30 Fuſs; und wenn man sie nach der alten berechnet so hat man

	13704 Fuſs
Die Messung von Professor Tralles .	. 13659 Fuſs
Unterschied	45 Fuſs

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Im August, wo dieser Unterschied wegen den Dämpfen am kleinsten ist, beträgt er nach der Tabelle von D'Aubuisson nur 3 Fuſs; d. h. vom Genfer-See bis auf die Spitze des Montblanc.

In meiner Trigonometrie, die ich im Jahre 1813 herausgab, lehrte ich das Höhenmessen mit dem Barometer, und ich habe als Beispiel den Monte Gregorio, so wie dieser 1809 von D'Aubuisson gemessen war, und den Montblanc, der den 3. August 1787 von Herrn von Saussüre gemessen war.

Schallmessung.

In den Jahren 1809 und 1811 hatte ich in Düsseldorf und Ratingen die Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles, bei sehr tiefen und sehr hohen Temperaturen, wiederholt, auf einer Standlinie von 27927 pariser Fuſs. Ich gebrauchte in allem hierbei 400 Kanonenschüsse, welche Sechspfündern waren, die mit $1\frac{1}{2}$ Pfd. Pulver geladen waren. Es waren Feste, die der Kaiser Napoleon gab, zum Glanze seiner Siege.

Von diesen 400 Kanonenschüssen beobachtete ich nur 121. Die andern gingen entweder verloren, oder ich hörte sie gar nicht.

Von den 121 Kanonenschüssen wurden indeſs nur 55 gebraucht, weil sie bei völlig windstiller Luft gemacht wurden.

Sie gaben die Geschwindigkeit zu 1027 Fuſs auf dem Gefrierpuncte, und bestätigten hier das alte Gesetz, daſs die Theorie 166 Fuſs hinter der Erfahrung zurückbleibt. Ich machte sie im Moniteur von 1809 und 1811 bekannt, und auch in Gilberts Annalen 1812.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Theorie gab 1027 Fuſs für die Wasserdämpfe. Für die Stickluft gab sie 873 Fuſs, für die Sauerstoffluft gab sie 814 Fuſs und für die Kohlenstoffluft gab sie 701 Fuſs, wenn diese nicht so klein wäre, daſs das Barometer nur 0,028 gedrückt würde.

Wenn man auch annimmt, daſs jede Luftart für sich den Schall fortpflanze, warum hören wir dann nicht in Blasinstrumenten verschiedene Töne?

Dieses ist also gegen die Erfahrung.

Schallversuche in Stickluft, Sauerstoffluft u. s. w.

In demselben Jahre stellte ich Untersuchungen an, über die Geschwindigkeit des Schalles in Stickluft, Sauerstoffluft, kohlensaure Luft und Wasserstoffluft. Ich fand, so wie Chladni und Kerby und Merrick, daſs sich der Schall in der Wasserstoffluft um 400 Fuſs weniger ausbreite, als die Theorie fordere. Dieses ist gegen La place, und durch das Hinzunehmen der Wärme durch die Schallfieberationen.

Auch diese Versuche machte ich in Gilberts Annalen 1812 bekannt.

Ueber den Einfluſs, den die Dalton'sche Theorie auf die Menge des Sauerstoffes in unserer Atmosphäre hat.

Die Dalton'sche Theorie hat einen groſsen Einfluſs auf die Menge des Sauerstoffes in einer Höhe von 20000 Fuſs in unserer Atmosphäre.

Ich machte hierüber 4 Tafeln bekannt, welche in Gilberts Annalen 1812 stehen.

Herr Gay Lüssac hatte in dem Ballon, in welchem er 1804 in die Höhe stieg, auf 20000 Fuſs Höhe, Luft mit-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gebracht, und hatte gefunden, dafs sie, wie an der Erde, 21,49 Sauerstoffluft enthalte.

Professor Tralles hatte dieses angeführt zu einem Beweise gegen sie.

Ich hingegen sagte: dafs das Wasser in der pneumatischen Wanne 21 pro Cent Sauerstoff enthalte. Und wenn auch die Luft bei 20000 Fufs 19 pr. Cent Sauerstoff enthalten hätte, so würde es doch 21 pr. Cent enthalten haben, nehmlich aus der pneumatischen Wanne, da Gay Lüssac kein Oehl auf's Wasser gegossen, so wie die Herrn Berzelius und Dülong gethan hatten.

Im Jahre 1812 erschien endlich Daltons neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft, übersetzt von F. Wolf, Berlin bei Hitzig 1812 und 1813.

Im Jahre 1815 wurde ich durch die grofse Bewegung nach Paris geführt. Bei Gelegenheit, dafs ich Biot sprach, fragte er mich: Was wir in Deutschland unter der specifischen Leichtigkeit der Luftarten verständen? Er hatte das Fischer'sche Werk über Physik ins Französische übersetzt.

Auch sprach ich Arago über die Dalton'sche Theorie und ihren Einflufs auf's Höhemessen mit dem Barometer. Eben so sprach ich La Place hierüber. Aber er war schon alt.

Gilberts Annalen 1812 hatten sie nicht im Institute. Ich liefs sie mir in der grofsen Bibliotheck geben, allein sie waren noch nicht aufgeschnitten. Im Jahrgange von 1812 hatte ich die vollständige Theorie von Dalton gegeben.

Im Juni 1822 wurde vom Büreau der Meereslänge neue Versuche über das Hin- und Hergehen des Schalles angestellt, und zwar auf einer Standlinie von 57297 pariser Fufs. Die meinigen kannten sie nicht, wie man dieses aus dem Journal de Physique von Gay Lüssac und Arago sieht.

* * *

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ich habe hier alles gesammelt, was ich über die Theorie von Dalton habe drucken lassen.

Der Zweck dieser Sammlung ist, um endlich zu entscheiden, ob die Dalton'sche Theorie die wahre ist, oder die alte.

Von 1812 bis 1830 sind 18 Jahre verflossen.

Harvey entdeckte den Blutumlauf und lehrte dieses in seinen Vorlesungen, die er im Jahre 1619 hielt. Vor dieser Entdeckung war der Blutumlauf noch nicht bekannt.

Alle ältere Weltweisen kannten ihn nicht, sogar nicht Copernicus, obschon dieser ein Mann von freiem Geiste war, keine Vorurtheile huldigend.

Auch Harvey war ein Mann von freiem Geiste, allein seine Feinde brachten ihn um den gröfsten Theil seiner Praxis. Doch war er Leibarzt von Carl I.

Seine Gegner sind jetzt todt. Harvey's Name lebt noch.

So kann es auch einst mit der Dalton'schen Theorie gehen.

Ich schliefse mit den Worten von Seneca:

Multa saeculis tunc futuris cum memoria nostra exoleverit reservantur; veniet tempus, quo ista quae nunc latent, in lucem dies extrahet et longioris aevi diligentia. Rerum enim natura sacra non simul tradit. Initiatos nos credimus, in vestibulo ejus haeremus — — — involuta veritas in alto latet.

Düsseldorf, den 1. März 1830.

Benzenberg.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Inhalt

zur Geschichte der Dalton'schen Theorie in Deutschland.

1.

Ueber den Einflufs der Dalton'schen Theorie.

Seite.

1 u. 2. Nach Dalton leben wir auf dem Boden von 4 Atmosphären 1
3 u. 4. Vier Barometer für die 4 Atmosphären . . 3
5. Einflufs auf's Höhemessen 5
6. Dieser darf nicht vernachlässigt werden . . . 7
7 u. 8. Tafel bis zu 10000 Fufs 10
9. Grundzahlen zur Berechnung der Barometerhöhen. 12
10. Die Dalton'sche Theorie in Hinsicht des Höhemessens 14
11. Berzelius und Dülong bestimmen im Jahre 1820 die 4 Atmosphären, auf eine etwas verschiedene Weise 15

2.

Die geometrische Messung des Monte Gregorio und des Montblanc.

1. Der Monte Gregorio ist zu diesen Messungen ganz geschickt 17
2. Die Messung der Winkel und der Standlinie . . 18
3. Die drei Constanten 20
4 u. 5. Die Krümmung der Erde 21
6. Die Strahlenbrechung 24
7. Tafel über die Strahlenbrechung 26
8 u. 9. Anwendung auf den Monte Gregorio . . 28
10. Geometrische Messung des Montblanc . . . 30

3.

Barometermessung des Monte Gregorio und des Montblanc.

1, 2 u. 3. Das Barometer, das Gewicht der Luft und das Mariotische Gesetz 32
4. Die Schichttabelle 34
5 u. 6. Die Zeichnung derselben 36
7. Die Zeichnung des Montblanc 37
8 u. 9. Die Zolle verwandeln sich in Linien . . 39
10 u. 11. Die Ausdehnung des Messings, und die Berichtigung wegen der Haarröhrchenkraft . . 41
12. Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers 43

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Seite.
13. Die Schichttabelle 44
14. Die mittlere Wärme des Quecksilbers . . . 45
15. Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft . 46
16. Berichtigung der Schwere in Hinsicht der geographischen Breite 47
17. Berichtigung wegen der Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung 50
18. Berichtigung wegen der Dalton'schen Theorie . 54
19. Barometermessung des Monte Gregorio . . . 55
20. Rechnungs-Beispiele 56
21. Inhalt der Tafeln 57
22. Die Höhenmessung des Monte Gregorio von D'Aubuisson 62
23. Bergmessung in Metern 64
24. Bergmessung in pariser Fuſs 66
25. Fehler der Messung 68
26. Fehler der Tafeln 70
27. Das nicht gleichförmige Abnehmen der Wärme auf dem Monte Gregorio 72
28. D'Aubuisson's Untersuchungen über die Feuchtigkeit der Luft 73
29. Gleichförmigkeit des Barometerstandes . . . 75
30. Man kann die Berghöhen etwas abkürzen, wenn man, statt beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Wärme der Luft zurückzuführen, sie auf die Wärme des obern, oder des untern zurückführt . . . 80
31. Tafeln von Herrn Biot 84
32. Die beiden Messungen des Montblanc, angestellt den 3. August 1787 von Herrn v. Saussüre . . . 86
33. Die erste und zweite Barometermessung . . 91
33 u. 34. Berechnung der ersten und zweiten Beobacht. 93
35 u. 36. Uebersicht 98
37. Die Dalton'sche Theorie gibt die Barometermessung auf dem Monte Gregorio und auf dem Montblanc ganz genau 100

4.

Die Theorie von der Geschwindigkeit des Schalles.

1. Die beständige Zahl 101
2. Einfluſs durch die Wärme 102
3. Einfluſs der Feuchtigkeit 104
4. Berichtigung der Schwere in Hinsicht der geographischen Breite 106
5. Die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung 108
6. Einfluſs der Dalton'schen Theorie 109
7. Schluſs 111

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5. Seite.

Schallversuche in Düsseldorf den 3. Decbr. 1809 und den 8. Juni 1811. Bei sehr niedrigen u. bei sehr hohen Temperaturen.

1. Geschichte der Schallversuche 113
2. Die Tertienuhren von Klindworth, Pfaffius und Lindstedt in Stockholm 114
3. Schallversuche den 5. November 1809 . . . 119
4. Schallversuche den 2. December, zwischen Düsseldorf und Ratingen auf einer Schalllinie von 27927 Fuſs 121
5. Schallversuche den 3. Decbr. 1809, zwischen Düsseldorf und Ratingen 124
6. Schallversuche zwischen Düsseldorf und Ratingen, des Abends zwischen 5 und 6 Uhr 126
7. Schallversuche den 8. Juni 1811, zwischen Düsseldorf und Ratingen, von 6 bis 7 Uhr . . . 128
8. Die Tabelle über die Geschwindigkeit des Schalles 132
9. Vergleichung dieser Tabelle mit den Beobachtungen 135
10. Bianconi stellte schon ähnliche Versuche im Jahre 1740 auf der Festung Urbana an 137
11. Die Länge der Schalllinie 139

6.

Vergleichung der Dalton'schen Theorie mit den Schallversuchen.

1. Die Wasserdampf-Atmosphäre gibt die Geschwindigkeit des Schalles zu 1027 Fuſs an 141
2. Warum geben unsere Blasinstrumente keinen dreifachen Ton, wenn die Dalton'sche Theorie die richtige ist? 142
3. Doctor Olbers hält im Jahre 1814 eine Vorlesung im Bremer Museum über die Schallversuche, und erklärt sich gegen sie 143

7.

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in Stickluft, Sauerstoffluft, kohlensaurer Luft und Wasserluft.

1. Newtons Grundsätze 146
2. Versuche von Chladni 147
3. Versuche von Kerby und Merrick 149
4 u. 5. Versuche von Benzenberg im Jahre 1811 . 152
7. Uebersicht aller Versuche 157
8. Meine Versuche sind nicht abgewogen worden, sondern ich nahm die Stickluft, Sauerstoffluft u. s. w. gerade so, wie sie der Chemiker gab . . . 158
9. Bemerkungen von Prof. Gilbert, in d. Annal. 1812. 160
10. Uebersicht aller Versuche. Dieses ist gegen La place 162
11. Klang-Tabelle für eine Octave 163

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Seite

8.

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in Wasserdämpfen.

1. Mit welcher Geschwindigkeit pflanzt sich der Schall in Wasserdämpfen fort? 164
2 u. 3. Beschreibung des Apparats 165
4. Die Orgelpfeife wurde mit Luft angefüllt, welches *c* gab 167
5. Die Meinung von Franklin, dafs die Luft der schwerste Körper sey 168

9.

Ueber den Einflufs, den die Dalton'sche Theorie auf die Menge des Sauerstoffes in unserer Atmosphäre hat.

1. Die Dalton'sche Theorie hat einen grofsen Einflufs auf die Menge des Sauerstoffes 170
2. Tafel 1, über die Menge Stickluft, Sauerstoffluft und kohlensaure Luft 171
3. Tafel 2, specifisches Gewicht der atmosphär. Luft . 174
4. Tafel 3, specifische Gewichte der Stickluft, Sauerstoffluft und kohlensaure Luft 175
5. Tafel 4. Es sind dem Volumen nach in 100 Theilen atmosphärischer Luft an Stickluft, Sauerstoffluft und kohlensaure Luft enthalten 176
6. Eudiometrische Versuche von Humboldt und Gay Lüssac 177
7. Herrn Professor Tralles Meinung 179
8. Die Luft in den pontinischen Sümpfen . . . 180
9. Wir leben wahrscheinlich auf dem Boden von noch mehrern so kleinen Atmosphären wie die der kohlens. Luft 181
10. Herr Professor Gilbert macht folgende Bemerkung hierzu 182

10.

Ueber den Einflufs, den die Dalton'sche Theorie auf die Lehre von der Strahlenbrechung hat.

1. Daltons Ansicht von der irrdischen Strahlenbrechung 185
2. Bei den Wasserwägen kommt es nicht in Betracht 186
3. Bei der himmlischen Strahlenbrechung hängt es sehr davon ab, welche Temperatur in einer Höhe von 5000 Fufs ist. Tafel vom Monte Gregorio vom October 1809 186
Note, über die Vermessung des Montblanc . . 187

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

I.

EINLEITUNG.

Ueber den Einflufs der Dalton'schen Theorie.

1.

Nach der Theorie von Dalton leben wir auf dem Boden von vier verschiedenen Atmosphären; nämlich:

1) auf dem Boden der Stickluft-Atmosphäre, welche 21,2336 Zoll beträgt;
2) auf dem Boden der Sauerstoff-Atmosphäre, welche 6,4986 Zoll beträgt;
3) auf dem Boden der Kohlensauer-Gas-Atmosphäre, welche 0,0278 Zoll beträgt, und
4) auf dem Boden der Wasserdampf-Atmosphäre, welche 0,4200 Zoll beträgt;

so dafs alle zusammen 28,18 Zoll ausmachen, welches die mittlere Höhe des Barometers ist.

2.

Nach ihm hat man folgende Angaben über die Mischungs-Verhältnisse der verschiedenen Luftarten, die unsere Atmosphäre bilden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Namen der Luftarten.	Inhalt in 100 Theilen trockener Luft.	Specifische Gewichte jeder Luftart.	Antheil dem Gewichte nach in 100 Theilen trockene Luft.
Gemeine Luft . . .	100,00	1,0000	100,00
Stickluft	78,93	0,9691	76,49
Sauerstoffluft . . .	21,90	1,1148	23,41
Kohlensaure Luft . .	0,07	1,5000	0,10
Wasserdampf . . .	—	0,7000	—
Summe . . .	100,00	—	100,00

Da bald mehr, bald weniger Wasserdampf in der Luft ist, so mufs man diesen hierbei ausschliefsen, und die Mischungs-Verhältnisse für trockene Luft annehmen, weil nur diese beständig sind. Ich habe deswegen vom Wasserdampf nur das specifische Gewicht angeführt. Dalton nimmt an, dafs bei mittlerer Feuchtigkeit so viele Wasserdämpfe in der Atmosphäre sind, dafs sie das Quecksilber auf 0,42 Zoll halten.

In dieser Tafel sind die Bestimmungen von Volumen jeder Gasart nach Dalton genommen. Die specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft, der Stickluft und der kohlensauren Luft nach Biot.

Das specifische Gewicht der Sauerstoffluft ist ungefähr das Mittel zwischen den sehr abweichenden Bestimmungen von Biot und Davy.

Biot setzt es nehmlich zu . . . 1,1036
Davy » » » » . . . 1,1276
Mittel 1,1153

Ich habe 1,1148 genommen, damit die Mischung genau das von Biot gegebene Gewicht trockener atmosphärischer Luft habe, nehmlich $\frac{1}{10495}$ des Quecksilbers bei 0° R. und 28 Zoll Druck.

Berzelius hat den Sauerstoff zu 1,1026 bestimmt, wie wir dieses nachher sehen werden.

3.

Wenn der mittlere Barometerstand 28,18 Zoll ist, so würde er ohne die Wasserdampf-Atmosphäre 27,76 Zoll seyn. In folgendem Täfelchen sind die Höhen angegeben, auf welche jede Atmosphäre das Barometer hält. Es sind Beispiele aus der Gesellschaftsrechnung.

Namen der Atmosphären.	Höhe, auf welcher jede Atmosphäre das Barometer hält.	Ihr Gewicht gegen Quecksilber bei 0° und 28 Zoll Druck.	Beständige Zahl.
	Zoll.		Fuſs.
Die Stickluft-Atmosphäre	21,2336	$\frac{1}{10830}$	25270
Die Sauerstoff-Atmosphäre	6,4986	$\frac{1}{9414}$	21966
Die kohlensaure Gas-Atmosphäre . . .	0,0278	$\frac{1}{6997}$	16326
Gemeine trockene Luft	27,7600	$\frac{1}{10495}$	24488
Die Wasserdampf-Atmosphäre	0,4200	$\frac{1}{14993}$	34984
Gemeine Luft bei mittlerer Feuchtigkeit .	28,1800	$\frac{1}{10542}$	24599

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

4.

Man kann sich die Sache nun so vorstellen, als wenn für die vier verschiedenen Atmosphären, auch vier verschiedene Barometer wären, und es ist dann leicht, mit Hülfe der beständigen Zahl, die Höhe zu berechnen, worauf jedes steht, wenn man 1000, 2000, 3000 u. s. w. Fuſs steigt.

Diese Rechnung ist das Umgekehrte von den gewöhnlichen Barometer-Rechnungen. Bei jenen schlieſst man von der Länge der Quecksilbersäule auf die Länge der Luftsäule, die ihr das Gleichgewicht hält, bei diesen schlieſst man von der Länge der Luftsäule von 1000, 2000 u. s. w. Fuſs, auf die der Quecksilbersäule. In den Schichttafeln sieht man dieses ohne Mühe; da es aber nicht der Mühe lohnt, für jede dieser Atmosphären eine besondere Schichttafel zu berechnen, so macht man diese kleine Rechnung mit natürlichen Logarithmen. Man findet nehmlich die Berghöhe, wenn man die Differenz der Logarithmen mit der beständigen Zahl multiplicirt. Umgekehrt findet man die Differenz der Logarithmen, wenn man die Berghöhe mit der beständigen Zahl dividirt; und diese zu untern Logarithmen addirt, gibt den Logarithmen, neben dem in der Tafel die Barometerhöhe steht.

Ich habe dieses in folgender Tafel berechnet, und vier Decimalstellen mitgenommen, um drei sicher zu haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Stand der Barometer nach Dalton.

Höhe in Fuſs.	Stickluft-Atmosphäre.	Sauerstoff-Luft-Atmosphäre.	Kohlensaure Luft-Atmosphäre.	Wasserdampf-Atmosphäre.
0,00 F.	21,2336 Z.	6,4986 Z.	0,0278 Z.	0,4200 Z.
1000	20,4097	6,2094	0,0261	0,4082
2000	19,6178	5,9330	0,0246	0,3963
3000	18,8567	5,6690	0,0231	0,3855
4000	18,1250	5,4167	0,0218	0,3746
5000	17,4218	5,1756	0,0205	0,3641
6000	16,7458	4,9453	0,0193	0,3538
7000	16,0961	4,7252	0,0181	0,3438
8000	15,4716	4,5149	0,0170	0,3341
9000	14,8713	4,3140	0,0160	0,3247
10000	14,2943	4,1220	0,0151	0,3156
11000	13,7397	3,9385	0,0142	0,3067
12000	13,2066	3,7633	0,0133	0,2980
13000	12,6942	3,5957	0,0125	0,2896
14000	12,2016	3,4358	0,0118	0,2817
15000	11,7282	3,2828	0,0111	0,2736
16000	11,2731	3,1368	0,0104	0,2659
17000	10,8358	2,9972	0,0098	0,2580
18000	10,4153	2,8638	0,0092	0,2511
19000	10,0112	2,7363	0,0087	0,2440
20000	9,6231	2,6145	0,0082	0,2371

5.

Nach der Theorie von Dalton besteht jede dieser vier Atmosphären für sich, und zwar so, als wenn die andern nicht da wären. Auch steht jede blos unter ihrem eigenen Drucke, und wenn eine, oder zwei weggenommen würden,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

so würden die übrigen weder dichter noch leichter seyn. Dalton wurde zuerst durch die Wasserdämpfe auf diese Lehre geführt. Er fand, dafs wenn er in einer gläsernen Kugel Wasserdämpfe hatte, deren Spannung so stark war, dafs sie einen halben Zoll Quecksilber trugen, aber zersetzt wurden, wenn sie mehr tragen sollten, — dafs dieselben Dämpfe nicht zersetzt wurden, wenn trockene Luft in die Kugel kam, obschon diese einen Druck ausübte, der 28 Zoll das Gleichgewicht hielt.

Die räthselhafte Erscheinung der Wasserdämpfe in der Atmosphäre, hatte schon früher De Luc, Lichtenberg und Volta auf die Vermuthung gebracht, dafs sie von der Luft nicht gedrückt würden; aber niemand hat die Sache so klar ausgesprochen, wie Dalton. »Dafs die Wasserdämpfe von dem Drucke der Luft nicht zersetzt werden, braucht uns nicht zu wundern, sagte Dalton, denn sie werden von ihr gar nicht gedrückt. Wenn die Wasserdämpfe in der Atmosphäre, das Quecksilber auf einen halben 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 27½ Zoll starken Stickluft, und Sauerstoffluft-Atmosphäre, werden sie deshalb nicht zersetzt, weil sie von diesem nichts empfinden; denn jedes kleinste Theilchen Luft oder Dampf wirkt nur auf die Theilchen seiner Gattung, aber nicht auf die andern, die sich zwischen ihnen befinden.»

Dalton dehnte dieses Gesetz nun auf alle elastischen Flüssigkeiten aus, und suchte durch eine Reihe sinnreicher Versuche zu zeigen, dafs jede elastische Flüssigkeit im Raume für sich allein existirt, und dafs man in eine leere Glaskugel zehnerlei und hunderterlei verschiedene Dampf- und Luftarten bringen könne, ohne dafs die eine auf die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

andere wirke, wenn nehmlich zwischen ihnen keine chemische Verwandtschaften statt finden, wodurch sie zersetzt werden.

Wenn jede einen Zoll Quecksilber tragen könne, so würde ein Barometer in der Kugel zwar auf 28 Zoll stehen, wenn man 28 Dampf- oder Luftarten darin habe, aber jede würde nur die Dichtigkeit vom Drucke von einem Zoll Quecksilber haben; hätte man hingegen von einer Luftart so viel in der Kugel, dafs das Barometer in ihr auf 28 Zoll stehe, so hätte jedes Theilchen auch diese Dichtigkeit, und übte einen Druck von 28 Zoll aus.

Diese Lehre hat anfangs, so wie alle neue Lehren, grofsen Widerspruch gefunden. Indefs ist nicht zu leugnen, dafs Dalton manche Erscheinung, mit grofser Leichtigkeit aus seiner Theorie erklärt, die nach dem alten System völlig unerklärbar ist, und es ist nicht unwahrscheinlich, dafs sie die wahre und die siegende seyn wird.

6.

Mit Hülfe der vorigen Tafel ist es leicht, den Einflufs zu bestimmen, den diese Lehre auf das Höhenmessen hat.

Wenn das Barometer auf 28,18 Zoll stehet, so kommen hiervon, nach Dalton, 0,42 Zoll für die Wasserdämpfe und 27,76 Zoll für die trockene Luft. Die Gewichte der trockenen Luft und der Wasserdämpfe, verhalten sich also zu einander, wie 27,76 zu 0,42, oder wie 66,095 zu 1. Da das specifische Gewicht der Wasserdämpfe $\frac{7}{10}$ von dem der trockenen Luft ist, so ist das specifische Gewicht der Luft, wenn sie diese Feuchtigkeit hat, 46 mehr, also $\frac{1}{10542}$ des Quecksilbers bei 0° und 28 Zoll Druck, und die Länge der Luftsäule, die einer Quecksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht hält, 24599 Fufs.

Dalton nimmt die mittlere Feuchtigkeit der Luft gröfser an, als Daubisson sie aus den Genfer Beobachtungen findet. Dieses rührt vielleicht daher, dafs es in England wegen der Nähe an der See feuchter ist, als in der Schweiz.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Höhe über der See.	Barometerhöhe nach Dalton.	Barometerhöhe nach der alten Theorie.	Unterschied in Zoll.	Werth von $\frac{1}{10000}$ Zoll in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.
Fuſs.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuſs.	Fuſs.
00	28,1800	28,1800	0,0000	0,087	0,0
1000	27,0534	27,0574	0,0040	0,091	3,6
2000	25,9717	25,9795	0,0078	0,094	7,3
3000	24,9343	24,9446	0,0103	0,098	10,1
4000	23,9381	23,9509	0,0128	0,102	13,0
5000	22,9820	22,9967	0,0147	0,106	15,6
6000	22,0642	22,0806	0,0164	0,112	18,4
7000	21,1832	21,2010	0,0178	0,116	20,6
8000	20,3376	20,3564	0,0188	0,120	22,6
9000	19,5260	19,5455	0,0195	0,125	24,4
10000	18,7470	18,7667	0,0197	0,131	25,8
11000	17,9991	18,0192	0,0201	0136	27,3
12000	17,2812	17,3014	0,0202	0,142	28,7
13000	16,5921	16,6121	0,0200	0,148	29,6
14000	15,9309	15,9504	0,0195	0,154	29,9
15000	15,2957	15,3150	0,0193	0,160	30,9
16000	14,6862	14,7049	0,0187	0,167	31,2
17000	14,1008	14,1191	0,0183	0,174	31,8
18000	13,5394	13,5566	0,0172	0,181	31,1
19000	13,0002	13,0166	0,0164	0,188	30,8
20000	12,4829	12,4980	0,0151	0,196	29,6

Die zweite Colonne in dieser Tafel ist die Summe der vier Barometerhöhen in Tafel 1. Denn, wenn die Dalton-sche Theorie die richtige ist, so drückt jede Atmosphäre

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

besonders auf's Barometer, und die Barometerhöhe zeigt jedesmal den Druck an, den in jeder Höhe, alle vier Atmosphären zusammen, auf dasselbe ausüben.

7.

Man sieht zugleich hieraus, dafs der Einflufs dieser Theorie, bei der jetzigen Genauigkeit unserer Barometermessungen, nicht darf vernachlässigt werden. Bei dem Monte Gregorio beträgt er z. B. 16 Fufs; also gerade so viel, wie die Schwere-Abnahme in senkrechter Richtung. In einer Höhe von 12,000 Fufs über der See beträgt diese Berichtigung 28,7 Fufs, welches in der Barometerhöhe $\frac{2}{100}$ Zoll ist, eine Gröfse, von der sich durch viele und genaue Barometermessungen ausmachen läfst, ob sie da ist, oder nicht, ob die Dalton'sche Theorie die wahre ist, oder die alte.

Doch müfste man diese Beobachtungen in einer Jahreszeit anstellen, wo die Atmosphäre lange in Ruhe war, und nicht von Stürmen oder heftigen Winden bewegt wurde. Wenn durch die Winde eine halbe Cubikmeile Luft aus dem Thale von Chamouny auf den Montblanc gebracht wird, so wird sich diese zwar gleich so viel ausdehnen, als der geringere Druck auf der gröfsern Höhe beträgt, aber die vier Atmosphären werden sich nicht so geschwinde durcheinander bewegen, um den Zustand des Gleichgewichts anzunehmen, der von ihren verschiedenen specifischen Gewichten bestimmt wird.

Nach den Versuchen von Dalton erfordert es Zeit, ehe eine Luftart sich durch die andere bewegt, es findet hier dasselbe statt, um bei seinem Bilde zu bleiben, als wenn Wasser sich durch die Zwischenräume des Sandes bewegt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

8.

Das vorige Täfelchen bietet noch eine Merkwürdigkeit dar, die man sich nicht gleich zu erklären weifs. Bis 12,000 Fufs wächst der Unterschied zwischen beiden Barometern, und geht hier, bis auf 0,0202 Zoll. Dann nimmt er wieder ab, und ist, wenn man bis 20,000 Fufs gestiegen, nur noch 0,0151 Zoll. Also mit der gröfsern Höhe wird der Unterschied kleiner, und man sieht leicht, dafs es eine Höhe gibt, wo der Unterschied wieder Null ist, so wie an der Erde, und dafs jenseit dieses Punkts, das Barometer nach der Dalton'schen Theorie immer höher steht, als nach der alten.

Wir wollen das vorige Täfelchen bis 100,000 Fufs fortsetzen.

Höhe über der See.	Stickluft-Barometer. Zoll.	Sauerstoff-Luft Barometer. Zoll.	Kohlensaure Luft Barometer. Zoll.	Wasserdampf-Barometer. Zoll.
000	21,2336	6,4986	0,0278	0,4200
5000	17,4218	5,1756	205	0,3641
10000	14,2943	4,1220	151	0,3156
15000	11,7282	3,2828	111	0,2736
20000	9,6231	2,6145	82	0,2371
25000	7,8953	2,0821	60	0,2055
30000	6,4780	1,6584	0,0044	0,1782
35000	5,3147	1,3208	30	0,1546
40000	4,3609	1,0519	24	0,1340
45000	3,5781	0,8377	16	0,1161
50000	2,9357	0,6672	13	0,1006
60000	1,9763	0,4232	0,0007	0,0756
70000	1,3304	0,2685	4	568
80000	0,8956	0,1703	2	427
90000	0,6029	0,1085	1	320
100000	0,4058	0,0686	0	241

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Werden diese vier Barometerhöhen zusammen addirt, so erhält man die Barometerhöhe für feuchte Luft.

In folgender Tafel ist in der dritten Colonne dieselbe Barometerhöhe für feuchte Luft, nach der alten Theorie berechnet.

Höhe üb. der See in paris. Fuſs.	Barometerhöhe nach Dalton.	Barometerhöhe nach der alten Theorie.	Unterschied in Zoll.	Werth von $\frac{1}{10000}$ Zoll in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.
000	28,1800	28,1800	0,0000	0,087	0,0
5000	22,9820	22,9967	147	0,106	15,6
10000	18,7470	18,7667	197	0,131	25,8
15000	15,2957	15,3150	193	0,160	30,9
20000	12,4829	12,4980	151	0,196	29,6
25000	10,1889	10,1992	103	0,241	24,7
30000	8,3190	8,3232	0,0042	0,298	12,5
35000	6,7931	6,7923	÷ 08	0,361	÷ 2,9
40000	5,5492	5,5430	62	0,443	27,5
45000	4,5335	4,5235	100	0,544	54,0
50000	3,7048	3,6914	134	0,666	89,2
60000	2,7458	2,4583	0,0175	1,006	176,1
70000	1,6561	1,6372	189	1,513	266,0
80000	1,1088	1,0903	185	2,248	415,9
90000	0,7435	0,7278	157	3,296	517,4
100000	0,4985	0,4835	150	4,969	745,4

Man sieht aus dieser Tafel, daſs der gröſste Unterschied zwischen beiden Barometern bei 12000 Fuſs ist, wo er bis auf 0,0202 Zoll geht, — daſs er dann wieder abnimmt, und bei 34000 Fuſs Null wird. Von hier an steht das Barometer nach der Dalton'schen Theorie höher, als nach der alten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Wasserdämpfe sind 0,7 vom Gewichte der Luft, welches = 1 gesetzt wird. Für völlig trockene Luft liegt er nicht bei 34000 Fuſs, sondern bei 48000, wie man aus folgendem Täfelchen sieht, wobei angenommen ist, daſs die Luft vollkommen trocken ist:

Für trockene Luft.

Höhe über der See in par. Fuſs.	Barometerhöhe nach Dalton.	Barometerhöhe nach der alten Theorie.	Unterschied in Zoll.
000	27,7600	27,7600	0,0000
5000	22,6179	22,6313	0,0134
10000	18,4314	18,4531	217
15000	15,0221	15,0444	223
20000	12,2458	12,2665	207
25000	9,9834	10,0010	177
30000	8,1408	8,1539	0,0131
35000	6,6385	6,6481	096
40000	5,4143	5,4203	060
45000	4,4174	4,4196	022
50000	3,6043	3,6031	÷ 012

Hierbei ist angenommen, daſs die Luft vollkommen trocken ist, und das Barometer an der See auf 27,76 Zoll steht. Die zweite Colonne enthält die Summe vom Druck, der drei Atmosphären, der Stickluft, der Sauerstoffluft, und der kohlensauren Luft.

9.

Folgende Zahlen wurden bei Berechnung der Barometerhöhen angewendet, die ich hier hinsetze, auf den Fall sie Jemand gebrauchen wollte.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	Stickluft.	Sauerst. L.	Kohlens. L.
1. Barometerhöhe :	21,2336	6,4986	0,0278
2. Nat. Log. derselben	7,660755	6,476756	5,627621
3. Beständige Zahl .	25270 F.	21966 F.	16326 F.
4. 10000 dividirt mit der best. Zahl gibt die log. Differenz . .	0,395726	0,455249	0,612520

	Wasserdampf-Luft.	Feuchte Luft. Zoll.	Trockne Luft. Zoll.
1. Barometerhöhe . .	0,4200	28,18	27,76
2. Nat. Log. derselben	0,040255	7,943782	7,928765
3. Beständige Zahl .	34984	24599	24488
4. 10000 dividirt der best. Zahl gibt die log. Differenz .	0,285845	0,406520	0,408363

Sobald man diese Zahlen hat, ist es leicht zu bestimmen, wie hoch auf jeder gegebenen Höhe ein Barometer nach der Dalton'schen Theorie steht.

Gesetzt, man will wissen, wie hoch auf einer Höhe von 20,000 Fuſs, das Barometer in der Stickluft-Atmosphäre steht, so hat man folgende Rechnung.

Barometerhöhe an der See . . 21,2336 Log. 7,660755
Die log. Differenz für 10000 Fuſs
ist 0,395726 also für 20000 Fuſs 0,791452

Nat. Log . . . 6,969303

Man schlägt nun diese Logarithmen auf, und findet, daſs er bei der Zahl 9,6231 steht. Dieses ist die Barometerhöhe in Zoll.

Die besten Tafeln der natürlichen Logarithmen sind die Berliner, von Schulz. Diese gehen bis 2200, und geben noch bis 10000 die Logarithmen aller Primzahlen, und aller sehr zusammengesetzten Zahlen. In den französischen Tafeln von Callet

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gehen die natürlichen Logarithmen nur bis 1200. Ich glaube, dafs man wohl thut, bei allen diesen Rechnungen immer natürliche Logarithmen zu gebrauchen, weil hierdurch alles viel einfacher bleibt, und man eine leichtere Uebersicht erhält, als wenn man sich briggischer Logarithmen bedient, wo die beständigen Zahlen der verschiedenen Atmosphären immer müssen verwandelt werden.

So kleine Barometertäfelchen, wie die vorigen, sind geschwind berechnet, und haben das Angenehme, dafs man in ihnen ohne irgend eine Rechnung sieht, wie hoch in jeder Höhe die Barometer stehen. Man mufs dieses wissen, wenn man die Frage: über den Luftgütegehalt der Atmosphären in verschiedenen Höhen, untersuchen will, um zu bestimmen, welchen Einflufs hierauf die Dalton'sche Theorie hat. Es ist natürlich, dafs die specifisch schweren Luftarten schneller abnehmen, als die leichten, und dafs auf dem Gipfel des Montblanc verhältnifsmäfsig weniger kohlensaure Luft, und weniger Sauerstoffluft seyn mufs, als an der Oberfläche der Erde.

10.

Da unsere Barometertafeln nach der alten Theorie gerechnet sind (nach der unsere Atmosphäre eine innige Verbindung der vier Atmosphären ist), so mufs diese Berichtigung immer abgezogen werden. Wenn z. B. das Barometer 14,6862 Zoll steht, so ist man nach Dalton 16000 Fufs gestiegen; hingegen nach der alten Theorie schon 16000 Fufs bei 14,7049 Zoll, und bei 14,6862 ist man 16031 Fufs hoch gestiegen. Diese gibt also 31 Fufs zu viel, welche abgezogen werden müssen.

Folgendes ist der Einflufs, den sie bei dem Höhemessen mit dem Barometer auf 20,000 Fufs hoch hat. Es ist die letzte Colonne, in der zweiten Tafel.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.
1000	÷ 3,6	11000	÷ 27,3
2000	7,3	12000	28,7
3000	10,1	13000	29,6
4000	13,0	14000	29,9
5000	15,6	15000	30,9
6000	18,4	16000	31,2
7000	20,6	17000	31,8
8000	22,6	18000	31,1
9000	24,4	19000	30,8
10000	25,8	20000	29,6

Herr Professor Tralles hat, in dem Aufsatz in Gilberts Annalen 1807, Buchstaben-Rechnung angewendet. Dieses ist unnöthig.

Wenn man die Vorstellung von vier Barometern hat, so kann man es mit der Regel von Dreien ausführen, und man gebraucht gar keine Gelehrsamkeit.

11.

Seit dem Jahre 1813, wo es das Letzte war, was ich über die Dalton'sche Theorie geschrieben habe, haben Berzelius und Dülong Versuche gemacht, um die Dichtigkeit verschiedener elastischen Flüssigkeiten zu bestimmen. Sie stehen in den Annales de Chemie et Physique von Gay, Lüssac und Arago, 1820, Theil 15, Seite 386.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Auch stehen dieselben im Lehrbuche der Chemie von Berzelius, welches in der Arnold'schen Buchhandlung in Dresden, 1825, erschien.

Folgendes sind die Gewichte auf 28,18 Zoll Quecksilbers, zwischen Berzelius und Dalton.

	Nach Berzelius.	Nach Dalton.	Unterschied.
Das Stickstoffgas	21,2901 Zoll,	21,2336 Zoll,	+ 0,0565.
» Sauerstoffgas	6,5716 »	6,4986 »	+ 0,0730.
» Kohlens. Gas	0,0280 »	6,2078 »	÷ 0,0002.
» Wassergas	0,2903 »	0,4200 »	÷ 0,1297.
	28,1800 Zoll,	28,1800 Zoll	

Ich habe von diesen Angaben keinen Gebrauch gemacht.

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 Sauerstoffgehalts etwas unsicher. Davy fand 1,128 für den Sauerstoff, hingegen fand Berzelius 1,1026, und diese Letzte ist wohl die richtigere. Die atmosphärische Luft gleich 1 gesetzt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

II.

Die geometrische Messung des Monte Gregorio, und des Montblanc.

1.

Messung des Monte Gregorio.

Ich war im September 1810 auf dem Hospitium des grofsen St. Bernhart, und liefs mir in einer Höhe von 7668 Fufs über dem Meere, von den Geistlichen erzählen, dafs D'Aubuisson da gewesen wäre, um ihnen ihre Barometer-Beobachtungen einzurichten. Es war im Jahre 1809, als er seine berühmten Messungen auf dem Monte Gregorio, am Eingange des Aostathals, machte.

Die grofse Alpenkette bildet nach Italien hin einen steilen Abhang. Die weiten Ebenen von Piemont, und der Lombardei, sind von einer Gebirgskette begrenzt, die sich steil über sie erhebt. Der Monte Gregorio ist einer der höchsten Berge in dieser Kette; er ist der westliche Pfeiler der Pforte, die ins Thal von Aosta führt. Sein Gipfel ist völlig isolirt, und an seinem Fufse fangen unmittelbar die Ebenen von Piemont an, welche fast in demselben Niveau bis Turin fortgehen. Man sieht, dafs diese Lage für Barometermessungen so günstig war, wie sie nur seyn konnte

Die Turiner Sternwarte liegt 738 Fufs über dem Meere. Das Barometer am Fufse des Monte Gregorio, steht auf 27 Zoll und 6 Linien. Wenn das Barometer 28,18 Zoll steht, so wäre es 570 Fufs Unterschied, bis auf die See. Der Berg war also ganz gemacht zu physikalischen Beobachtungen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Berg ist 5259,5 Fuſs hoch. Oben steht ein Kreuz; aber sonst ist keine menschlische Wohnung da.

Der Rigi am Zuger See ist 5529 Fuſs über der See. Ich fand nach meinen Beobachtungen die Höhe über den Zuger See zu 4250 Fuſs.

Im Berner Oberlande ist der Nieſsen, 7340 Fuſs über der See, und Bern 1792 Fuſs, so daſs man also 5558 für den Nieſsen hat.

In Savoien ist der Molle 5748 Fuſs über der See. Wenn Genf 1252 Fuſs über der See ist, so ist der Molle 4596 Fuſs über der Fläche des Genfer See's.

Bei Heidelberg ist der Königstuhl nach der Messung, die ich im Jahre 1810 angestellt habe, 1458 Fuſs über dem Neckar, an der Heidelberger Brücke, und der Löwenberg, Bonn gegenüber, 1216 Fuſs über dem Rheine.

Man sieht also, daſs D'Aubisson sehr gut den Monte Gregorio wählte, um ihn zu einer Reihe physikalischer Beobachtungen zu gebrauchen.

2.

Das erste, was er wissen muste, war die Länge der Standlinien. Diese fand er zu 670,2 Meter, und auf den Eispunkt reducirt 670,3 Meter. Das östliche Ende bei *d* lag um 1,8 Meter niedriger, als das westliche in *b*. Am östlichen Ende hing das Barometer, und deswegen wurde die Höhe des Berges über dem Endpunkte *d* bestimmt. S. Fig. 1.

Die Winkel wurden mit einem Lenoir'schen Wiederhohlungskreise gemessen, der 8 Zoll Durchmesser hatte.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Gröſse des Winkels *a d b* an dem östlichen Ende war 97° 13′ 10″. Nehmlich:

Wiederhohlungen.	Einfacher Winkel.
2. . . . 194° 26′ 15″	97° 13′ 7″
4. . . . 28, 53, 0	13, 15
6. . . . 223, 19, 0	13, 10
8. . . . 57, 45, 30	13, 11
10. . . . 252, 11, 45	13, 10

Die Gröſse des Winkels *a b d* am westlichen Ende, war 76°, 32′, 46″. Nehmlich:

Wiederhohlungen.	Einfacher Winkel.
2. . . . 153° 6′ 15″	76° 33′ 7″
4. . . . 306, 12, 30	33, 7
6. . . . 99, 18, 0	33, 0
8. . . . 252, 22, 0	32, 45
10. . . . 45, 27, 45	32, 46

Der dritte Winkel bei *a* konnte nicht gemessen werden. Herr D'Aubuisson war zweimal mit dem Kreise auf dem Berge, und jedesmal verhüllten Wolken die Aussicht. Durch Abziehen von 180 Grad findet man ihn zu 6°, 14′ 4″. Hieraus findet man die Entfernung *a d* = 6003,2
und *a b* = 6123,7

Zu gleicher Zeit hatte Herr D'Aubuisson den Höhenwinkel *a d m* zu 16° 31′ 10″ gemessen. Nehmlich:

Wiederhohlungen.	Einfacher Winkel.
2. . . . 146° 47′ 0″	73° 28′ 30″
4. . . . 293, 55, 0	28, 45
6. . . . 80, 53, 0	28, 50
8. . . . 227, 50, 0	28, 45
10. . . . 14, 48, 15	73, 28, 50 Zenithdistanz, u.
	16, 31, 10 Höhenwinkel.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Höhenwinkel *a b m* war 16° 12′ 7″. Nehmlich:

Wiederhohlungen.				Einfacher Winkel.			
2. . . .	147°	35′	30″	73°	47′	45″	
4. . . .	295,	11,	45		47,	58	
6. . . .	282,	47,	45		47,	58	
8. . . .	230,	23,	0		47,	53	
10. . . .	17,	58,	45	73,	47,	53	Zenithdistanz u.
				16,	12,	7	Höhenwinkel.

Setzt man die Winkel bei *m* als rechtwinklig, so findet man aus dem Dreiecke *a d m* die Höhe des Berges zu 1707,0 Meter, und aus dem Dreiecke *a b m* zu 1708,7 Meter, da der Punkt *b* um 1,8 Meter über dem Punkte *d*, wo das Barometer hing. Dies sind beiläufig 5254 p. Fuſs.

3.

Die Höhe von 1707 Meter, bedarf aber noch vorher drei kleine Verbesserungen, ehe man die wahre Höhe hat.

Zuerst muſs man den Winkel bei *m* verbessern, der nicht genan 90° war.

Zweitens muſs man den Einfluſs berechnen, den die Krümmung der Erde hat.

Drittens muſs man den Einfluſs der Strahlenbrechung berechnen, den sie auf die gemessene Höhe hat.

Um dieses zu können, so müssen uns vorher die horizontalen Abstände der Punkte *b* und *d* an *m* bekannt seyn.

Die Rechnung gibt *d m* zu . . . 5755,4 Meter.
und *b m* zu . . . 5880,4 Meter.

Wir wollen zuerst den Einfluſs untersuchen, den es hat, daſs der Winkel bei *m* nicht vollkommen ein rechter sey.

In der zweiten Figur ist der Durchschnitt des Berges dargestellt. *c* ist der Mittelpunkt der Erde, *b* ein Endpunkt der Standlinie, *m* der Punkt im Berge, der mit ihm gleiche

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Höhe hat, *d a* ist die scheinbare Höhe des Berges, und *m a* die wahre.

b d ist die Tangente, oder der scheinbare Horizont. Der Winkel *a d b* ist bei der Berechnung des Berges, als rechtwinkligt angenommen. Dieses ist er aber nicht, sondern ist etwas gröſser als 90 Grad, und zwar um so viel, als der Winkel *d c b* beträgt, weil sein Nebenwinkel *b d c* um so viel kleiner als 90 Grad ist.

Da man die Entfernung *b d* zu 5880 Meter kennt, so findet man den Winkel *c* durch folgenden Satz:

10000 Meter sind 324 Sekunden, wie viel sind 5880 Meter? Antw. 3′ 10″. Wiederholt man die Rechnung für die Höhe des Berges, so findet man, daſs durch diese 3′ 10″ diese gar nicht geändert wird, weil so nahe bei 90° ein Unterschied von 5 Minuten im Winkel erst eine Veränderung des Sinus der siebenten Dezimale macht. Und diese ist nur 3 Minuten, 10 Sekunden groſs.

4.

Die Krümmung der Erde.

Wenn in Fig. 3,*c* der Mittelpunkt der Erde ist, und *a b* der Horizont des Beobachters in *d*, so bildet diese eine Tangente, welche die Erdkugel im Punkte *d* berührt. Beim Wasserwägen will man die Punkte bestimmen, die in einer Wasserebene liegen, die also gleich weit vom Mittelpunkte der Erde entfernt sind, wie z. B. die Punkte *d* und *m*. (Fig. 3.) Da aber die Wasserwage nach *b* stehet, so muſs man berechnen, wie groſs der Unterschied zwischen der wahren Horizontallinie *d m*, und der scheinbaren *d b* ist. Die Rechnung ist leicht, sobald die Entfernung *d b*, und der Halbmesser der Erde *d c* bekannt sind. Dieser ist 6,366200 Meter. Folgende Tafel enthält die Gröſse der Linie *m b* für die Entfernungen von *d b* von 100 bis 10,000 Meter.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Länge von d b	Länge von m b	Länge von d b.	Länge von m b	Länge von d b	Länge von m b	Länge von d b	Länge von m b
Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.
100	0,001	2600	0,531	5100	2,043	7600	4,536
200	3	2700	573	5200	2,124	7700	4,657
300	7	2800	616	5300	2,206	7800	4,778
400	13	2900	660	5400	2,290	7900	4,902
500	20	3000	707	5500	2,376	8000	5,026
600	0,028	3100	0,755	5600	2,463	8100	5,153
700	38	3200	804	5700	2,552	8200	5,281
800	50	3300	855	5800	2,642	8300	5,410
900	64	3400	908	5900	2,734	8400	5,542
1000	78	3500	962	6000	2,827	8500	5,674
1100	0,095	3600	1,018	6100	2,922	8600	5,809
1200	113	3700	1,075	6200	3,019	8700	5,945
1300	133	3800	1,134	6300	3,117	8800	6,082
1400	154	3900	1,195	6400	3,217	8900	6,221
1500	177	4000	1,257	6500	3,318	9000	6,362
1600	0,201	4100	1,320	6600	3,421	9100	6,504
1700	227	4200	1,385	6700	3,525	9200	6,648
1800	255	4300	1,452	6800	3,632	9300	6,793
1900	283	4400	1,520	6900	7,739	9400	6,940
2000	314	4500	1,590	7000	3,848	9500	7,188
2100	0,346	4600	1,662	7100	3,959	9600	7,238
2200	380	4700	1,735	7200	4,071	9700	7,390
2300	415	4800	1,810	7300	4,185	9800	7,543
2400	452	4900	1,886	7400	4,301	9900	7,698
2500	491	5000	1,963	7500	4,420	10000	7,854

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn man die Höhe der Berge aus Entfernungen mifst, die gröfser als 10000 Meter sind, so mufs man den Einflufs der Krümmung der Erde entweder unmittelbar berechnen, oder ihn aus einer Tafel nehmen, die weiter geht, als die vorige. Da man hierbei nur die zehntel vom Meter gebraucht, so habe ich in folgender Tafel, welche bis 50000 Meter geht, zuerst die Millemeter, nachher die Centimeter weggelassen.

Länge von d b	Länge von m b	Länge von d b	Länge von m b	Länge von d b	Länge von m b	Länge von d b	Länge von m b
Meter.	Meter.	Meter.	Meter	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.
10000	7,85	20000	31,42	30000	70,7	40000	125,7
10500	8,66	20500	33,01	30500	73,1	40500	128,8
11000	9,50	21000	34,65	31000	75,5	41000	132,0
11500	10,39	21500	36,32	31500	77,9	41500	135,3
12000	11,31	22000	38,04	32000	80,4	42000	138,6
12500	12,27	22500	39,79	32500	83,0	42500	141,9
13000	13,27	23000	41,57	33000	85,6	43000	145,2
13500	14,32	23500	43,40	33500	88,2	43500	148,6
14000	15,39	24000	45,27	34000	90,8	44000	152,0
14500	16,51	24500	47,18	34500	93,5	44500	155,5
15000	17,67	25000	49,10	35000	96,2	45000	159,1
15500	18,87	25500	51,09	35500	99,0	45500	162,6
16000	20,10	26000	53,11	36000	101,8	46000	166,2
16500	21,38	26500	55,17	36500	104,6	46500	169,9
17000	22,70	27000	57,28	37000	107,5	47000	173,6
17500	24,05	27500	59,42	37500	110,5	47500	177,2
18000	25,45	28000	61,60	38000	113,4	48000	181,0
18500	26,89	28500	63,82	38500	116,4	48500	184,7
19000	28,36	29000	66,07	39000	119,5	49000	188,6
19500	29,87	29500	68,36	39500	122,5	49500	192,4
						50000	196,3

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5.

Wenden wir dieses auf die Höhe des Monte Gregorio an, so finden wir folgende Ergebnisse:

1) Aus dem Dreiecke *a d m*:

Scheinbare Höhe des Berges . . .	1707,00 Meter.
Krümmung der Erde für 5755 M. .	+ 2,60 Meter.
Höhe des Berges mit der Krümmung der Erde	1709,60 Meter.

2) Aus dem Dreiecke *a b m*:

Scheinbare Höhe des Berges . . .	1706,90 Meter.
Krümmung der Erde für 5880 M. .	+ 2,71 Meter.
Höhe des Berges mit der Krümmung der Erde	1709,61 Meter.

Dieses sind 5261 Fuſs.

6.

Die Strahlenbrechung.

Die Krümmung der Erde beträgt 8 Fuſs, und ist daher sehr merklich. Weniger merklich ist die Strahlenbrechung, die beim Monte Gregorio nur $1\frac{1}{2}$ Fuſs beträgt.

Wenn ein Lichtstrahl aus einem dichtern, in einen weniger dichtern Körper übergeht, so wird er von seinem geraden Wege abgelenkt. Dasselbe geschieht, wenn er aus einem weniger dichten, in einen dichtern Körper geht. Ein Stein, der im Wasser liegt, liegt nicht auf der Stelle, wo man ihn sieht, sondern näher. Ebenfalls sieht man einen Fisch, der im Wasser steht, immer entfernter, und daher die Regel beim Fischeschieſsen, daſs man immer unter sie zielen muſs, wenn man sie treffen will. Eben so erscheint

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ein gerader Stock, den man ins Wasser hält, auf der Stelle gebrochen, wo er aus dem Wasser in die Luft kommt. Legt man auf dem Boden eines Gefäſses eine Geldmünze, und stellt sie so, daſs sie dem Auge durch den Rand des Gefäſses verdeckt wird, so wird man sie sehen können, sobald Wasser ins Gefäſs geschüttet wird. Die Ursache von allen diesen Erscheinungen ist die Brechung der Lichtstrahlen, welche sie an der Oberfläche des Wassers erleiden, wo sie aus dem dichtern Körper des Wassers, in den dünnern der Luft übergehen.

Die Brechung der Lichtstrahlen rührt von der anziehenden Kraft der Körper her. Ein Lichtstrahl, der z. B. durch Glas geht, wird immer in gerader Richtung fortgehen, weil er von allen umgebenen Körpern, welches lauter Glastheilchen sind, gleich stark angezogen wird. Tritt er aber aus dem Glase heraus in die freie Luft, so wird er auf der äuſsern Glasebene von den benachbarten Glastheilchen stärker angezogen, als von den benachbarten Luft theilchen, und er wird dann von seinem geraden Wege abgelenkt, und zwar jedesmal nach dem dichtern Körper hin.

Geht aber ein Lichtstrahl genau senkrecht aus einem dichtern in einen dünnern Körper, oder aus einem dünnern, in einen dichtern Körper, so wird er gar nicht gebrochen. Seine Geschwindigkeit erleidet im ersten Falle eine kleine Verminderung, im letzteren eine kleine Vermehrung, die aber so unbedeutend ist, daſs man beides nicht bemerkt. Die Ursache, daſs dann keine Brechung statt findet, ist die: daſs er beim Heraustreten von allen Seiten gleich stark angezogen wird. So sieht man einen Fisch im Wasser genau auf der Stelle, wo er steht, wenn das Auge senkrecht über ihm ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

7.

Beim Wasserwägen mufs der Beobachter wissen, um wie viel er den Gegenstand *b*, wegen der Strahlenbrechung, höher sieht, sobald er die Entfernung des Gegenstandes *b* kennt. Es würde lästig seyn, dieses jedesmal zu berechnen, und man bedient sich deswegen folgender Tabelle, in der man diese Erhöhung ohne Rechnung findet. In ihr ist nicht der Winkel angegeben, in dem er *b* höher sieht, sondern diese Höhe ist im Längenmaafs ausgedrückt, welches bei der Ausübung bequemer ist. Die Tabelle ist auf folgende Weise berechnet. Zieht man in der vorigen Figur eine Linie von *d* nach *m*, so ist der Winkel *m d b* halb so grofs, als der Winkel *m c d*. Denn der Winkel, den die Tangente mit der Sehne macht, ist so grofs wie der Peripherie-Winkel, der auf dieser Sehne steht, folglich halb so grofs, wie der Winkel am Mittelpunkte. Wenn also die Strahlenbrechung 0,08 des Winkels *c* am Mittelpunkte ist, so ist sie 0,16 des Winkels *b d m*.

Da dieser Winkel immer sehr klein ist, und das Dreieck *b d m* sehr nahe, gleichschenkligt ist, so kann man ohne merklichen Fehler annehmen, dafs die Seite *m b* sich immer verhält, wie der ihr gegenüberstehende Winkel bei *d*, und dafs die Erhöhung wegen der Strahlenbrechung immer 0,16 der Gröfse von der Linie *m b* sey. Indem man also die Länge von *m b*, welche die vorige Tafel angibt, mit 0,16 multiplicirt, so erhält man die Erhöhung für die Strahlenbrechung in Metern.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Entfernung.	Erhöhung durch die Strahlenbrechung.	Entfernung.	Erhöhung durch die Strahlenbrechung.	Entfernung.	Erhöhung durch die Strahlenbrechung.	Entfernung.	Erhöhung durch die Strahlenbrechung.
Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.
100	0,000	2600	0,085	5100	0,327	7600	0,726
200	0,000	2700	92	5200	340	7700	745
300	0,001	2800	98	5300	353	7800	764
400	2	2900	106	5400	366	7900	784
500	3	3000	113	5500	380	8000	804
600	0,005	3100	0,121	5600	0,394	8100	0,824
700	6	3200	129	5700	408	8200	845
800	8	3300	137	5800	423	8300	866
900	10	3400	145	5900	437	8400	887
1000	13	3500	154	6000	452	8500	908
1100	0,015	3600	0,163	6100	0,467	8600	0,929
1200	18	3700	172	6200	483	8700	951
1300	21	3800	181	6300	499	8800	973
1400	25	3900	191	6400	515	8900	995
1500	28	4000	201	6500	531	9000	1,018
1600	0,032	4100	0,211	6600	0,547	9100	1,041
1700	36	4200	222	6700	564	9200	1,064
1800	41	4300	232	6800	581	9300	1,087
1900	45	4400	243	6900	598	9400	1,110
2000	50	4500	254	7000	616	9500	1,134
2100	0,055	4600	0,266	7100	0,634	9600	1,158
2200	61	4700	278	7200	951	9700	1,182
2300	66	4800	289	7300	670	9800	1,207
2400	72	4900	302	7400	688	9900	1,232
2500	78	5000	314	7500	707	10000	1,257

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

8.

Wenden wir die Strahlenbrechung auf den Monte Gregorio an, so haben wir folgende Ergebnisse:

1) Aus dem Dreiecke *a d m*:

Höhe des Berges mit der Krümmung der Erde	1709,69 Meter.
Die Strahlenbrechung beträgt für 5755 Meter	÷ 0,41 Meter.
Also Höhe des Berges mit der Strahlenbrechung	1709,19 Meter.

2) Aus dem Dreiecke *a b m*:

Höhe des Berges mit der Krümmung der Erde	1709,61 Meter.
Die Strahlenbrechung für 5880 Meter	÷ 0,43 Meter.
Also Höhe des Berges mit der Strahlenbrechung	1709,18 Meter.

Obschon die Uebereinstimmung bis auf 0,01 Meter wohl nur zufällig ist, so sieht man doch aus der ganzen Rechnung die grofse Sorgfalt, welche Herr D'Aubuisson auf diese Messung verwandte, und wir können sie für eine der genauesten halten, die wir besitzen.

An der untern Station hing das Barometer 0,86 Meter niedriger, als der Wiederholungskreis, und auf der Spitze des Berges hing es 1,52 Meter, unter dem Signalpunkte. 1,52 — 0,86 = 0,66 Meter müssen also noch von 1709,18 abgezogen werden; und wir finden die senkrechte Entfernung beider Barometer zu 1708,52, oder in runder Zahl 1708,5 Meter, oder zu 5259,5 Fufs. Herr D'Aubuisson versichert, dafs er die Genauigkeit dieser

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Messung bis auf einen halben Meter glaubt verbürgen zu können.

Diese 5259,5 Fuſs sind also dasjenige, was man bei der Barometermessung gebraucht.

9.

Diese Vermessung zeigt uns zugleich, wie genau man einen Berg messen kann, sobald man gute Instrumente hat, und mit Sorgfalt verfährt. Die Strahlenbrechung hat auf die Höhe der Berge nur einen geringen Einfluſs, hier noch kein halbes Meter, und obschon diese zu verschiedenen Tageszeiten verschieden ist, und von $\frac{1}{3}$ bis auf $\frac{1}{24}$ des Bogens, am Erdmittelpunkte sich verändert, so kann dieses eine solche Berghöhe nur um einige Zoll ändern, und die Geometer haben daher sehr Unrecht, wenn sie die Schuld von ihren fehlerhaften Höhenmessungen, auf die Strahlenbrechung schieben. Die Strahlenbrechung ist nur dann veränderlich, wenn die Wärme in den untern Luftschichten sehr ungleichförmig abnimmt. Dieses ist des Morgens bei Sonnen-Aufgang der Fall, wo die Luftschichten in einer Höhe von 20 oder 30 Fuſs bald von der Sonne durchwärmt sind, hingegen die, welche dicht an der Erde sind, immer wieder von der Erde, die länger kalt bleibt, abgekühlt werden. Des Abends ist es umgekehrt, dann kühlen sich die obern schneller ab, und die dicht an der Erde bleiben länger warm. Wenn man dann einen Gegenstand auf eine groſse Entfernung dicht an der Erde wegsieht, so kann dieser seine scheinbare Höhe bis vier Minuten verändern. Indeſs Niemand wird bei Sonnen-Auf- oder Untergang nivelliren. Die beste Zeit ist des Morgens um neun Uhr und des Nachmittags zwischen drei und vier. Die Strahlenbrechung ist dann immer nahe 0,08, so wie wir sie angenommen haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

10.

Geometrische Messung des Montblanc.

Herr Prof. Tralles war 1803 und 1804 in der Schweiz, und hielt sich in dem Hause des Herrn von Osterwald in Neuchatel auf.

Tralles maafs die Höhe des Montblanc mit einer kaum glaublichen Genauigkeit.

Vom Molesson fand er die Höhe

des Montblanc zu	13451	par. Fufs.
Vom Chasseral zu	13453	» »
Vom Schlosse in Neuchatel . . .	13455	» »

über dem Neuchateler See, der 206 Fufs höher liegt als der Genfer. Der Genfer-See ist 13659 Fufs unter der Spitze des Montblanc.

Herr Pictet und Hr. von Sausure haben das Nivellement zwischen dem Neuchateler-See und dem Genfer-See zu 206 Fufs bestimmt. Die Entfernung ist 5 deutsche Meilen.

Vom Molesson war die Entfernung bis zum Montblanc ungefähr 12 Stunden. Aber die Entfernung von Chasseral und dem Schlosse in Neuchatel war bis auf den Montblanc ungefähr 25 Stunden. Doch gingen die Lichtstrahlen nicht dicht an der Erde vorbei, da die Stationspunkte selber schon sehr hoch lagen. Vom Chasseral, der ungefähr 6000 Fufs über dem Meere ist, betrug die Strahlenbrechung bis auf den Montblanc, wenn man seine Entfernung zu 50,000 Meter annimmt, ungefähr = 16 Meter oder 49 Fufs.

Je höher man in die Höhe steigt, desto dünner wird die Luft und desto geringer wird die Strahlenbrechung. Wenn die Strahlenbrechung an der Erde 0,08 ist,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

so ist sie in 1000 Fuſs Höhe nur noch		0,07
	3000	0,06
	6000	0,05
	12000	0,04

Daſs die Veränderlichkeit der Strahlenbrechung selbst auf groſse Entfernungen, nur einen sehr geringen Einfluſs habe, sobald man nicht zu den ungünstigen Tageszeiten miſst, oder wenn Wolken oder Gewitter an der Luft sind, das beweisen die Messungen, die Prof. Tralles in der Schweiz angestellt hat.

Die Höhe des Molesson, im Kanton Freiburg, bestimmte er von la Rochelle zu . . . 4840,0 Pariser Fuſs.
Vom Schlosse zu Neufchatel zu . . 4841,0 » »
Von Belle veaux . . . . . 4842,7 » »
Von Chasseral . . . . . 4841,8 » »
vom Neuchateler See.

Bei allen diesen Messungen, betrug die Entfernung des Beobachts-Punkts vom Berge über zehn Stunden oder 40,000 Meter. Für 40,000 Meter ist die Strahlenbrechung 7,8 Meter, d. h. dicht an der Erde, am Ufer der See, wo sie 0,08 ist. Wenn sie 1600 Fuſs davon entfernt ist, wie dieses z. B. im Schlosse in Neufchatel der Fall war, so war sie 0,065.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

III.
Barometermessungen des Monte Gregorio und des Montblanc.

1.
Das Barometer.

Das Barometer ist eine Wage, auf welcher 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 übersetezen, so würde man es Druckmesser nennen. Die Bergleute nennen es die Quecksilberwaage, — ein Ausdruck, der richtiger bezeichnet, als der griechische.

2.
Gewicht der Luft.

Durch sorgfältiges Abwiegen hat man gefunden, dafs, wenn das Barometer auf 28 Zoll stehet, und der Wärmemesser ist auf dem Gefrierpunkte, am Ufer der See, und auf den 45° der Breite, dafs dann die Luft 10495 mal leichter ist, als Quecksilber.

Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit, die 10485 mal 28 Zoll lang ist, wird ihm das Gleichgewicht halten.

10495 . 28 ist = 293860 Zoll, oder 24488 Fufs. Eine Luftsäule von 24488 Fufs hält also das Gleichgewicht einer Quecksilbersäule von 28 Zoll.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Diese 28 Zoll ist trockne Luft; d. h. solche, die bloſs Stickstoffluft, Sauerstoffluft und kohlensaure Luft enthält. Die Wasserdämpfe sind hierbei ausgeschieden. Sie betragen im Januar auf eine Länge von 10,000 Fuſs 17 Fuſs, und im Monat Julius 48 Fuſs.

3.

Das Mariotische Gesetz.

Je stärker die Luft gedrückt wird, desto dichter wird sie. Wird sie mit einem Gewichte von 28 Zoll Quecksilber zusammengedrückt, so ist sie viermal so dicht, und in einen viermal so kleinen Raum gepreſst, als wenn sie mit einem Gewichte von 7 Zoll zusammengedrückt würde.

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

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

Eigentlich ist Richard Towley, ein Engländer, und ein Schüler von Boyle, der Erfinder. Indeſs von Mariotte trägt es den Namen.

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

Diese Zahl 24488 ist beständig, sie ist eine Folge des Mariottischen Gesetzes, daſs sich die Dichtigkeit verhält wie der Druck, und man nennt sie die beständige Zahl.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

4.

Schicht-Tabelle.

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

Wäre der Druck, mit dem die Luft zusammengepreſst ist, 5 mal geringer, so wäre sie 5 mal dünner, und also auch 5 mal leichter. Die Luftsäule müste also 5 mal so lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 1 Zoll das Gleichgewicht halten sollte. Ihre Länge wäre dann 4375 Fuſs.

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

Folgende Tafel enthält die Länge von 28 Luftschichten, die alle gleiches Gewicht haben, nämlich das von einer Quecksilbersäule von 1 Zoll Höhe.

In der ersten Colonne ist die Nummer der Schichten drinn.

In der zweiten Colonne ist der Druck angegeben, mit dem sie zusammengedrückt werden. Die erste mit 28 die zweite mit 27 Zoll Quecksilber u. s. w.

In der dritten ist der Raum angegeben, den sie einnimmt. Die erste nimmt $\frac{1}{28}$, die zweite nimmt $\frac{1}{27}$ ein, u. s. w.

In der vierten Colonne ist diese Länge in Fuſs berechnet. Eine Luftsäule, die nur mit 1 Zoll Quecksilber zusammengedrückt wird, ist 24488 Fuſs lang; wenn sie einer Säule von 1 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wird sie mit 2 Zoll zusammengedrückt, so ist sie doppelt so dicht, und doppelt so schwer, und sie braucht dann nur 12244 Fuſs lang zu sein.

In der fünften ist die Summe angegeben, wenn man alle Luftsäulen zusammenzieht.

Tafel I. Für 1 Zoll Quecksilber Höhe.

Nummer der Schichten.	Druck und Dichtigkeit	Raum.	Länge in Fuſs.	Summe.
1	28	$\frac{1}{28}$	875	000
2	27	$\frac{1}{27}$	907	875
3	26	$\frac{1}{26}$	942	1781
4	25	$\frac{1}{25}$	979	2723
5	24	$\frac{1}{24}$	1020	3703
6	23	$\frac{1}{23}$	1065	4723
7	22	$\frac{1}{22}$	1113	5787
8	21	$\frac{1}{21}$	1116	6900
9	20	$\frac{1}{20}$	1224	8016
10	19	$\frac{1}{19}$	1289	9241
11	18	$\frac{1}{18}$	1360	10529
12	17	$\frac{1}{17}$	1440	11889
13	16	$\frac{1}{16}$	1530	13329
14	15	$\frac{1}{15}$	1632	14859
15	14	$\frac{1}{14}$	1749	16493
16	13	$\frac{1}{13}$	1884	18242
17	12	$\frac{1}{12}$	2041	20126
18	11	$\frac{1}{11}$	2226	22165
19	10	$\frac{1}{10}$	2449	24392
20	9	$\frac{1}{9}$	2721	26841
21	8	$\frac{1}{8}$	3061	29561
22	7	$\frac{1}{7}$	3498	32622
23	6	$\frac{1}{6}$	4081	36120
24	5	$\frac{1}{5}$	4897	40201
25	4	$\frac{1}{4}$	6122	45098
26	3	$\frac{1}{3}$	8162	51220
27	2	$\frac{1}{2}$	12244	59382
28	1	1	24488	71626

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5.

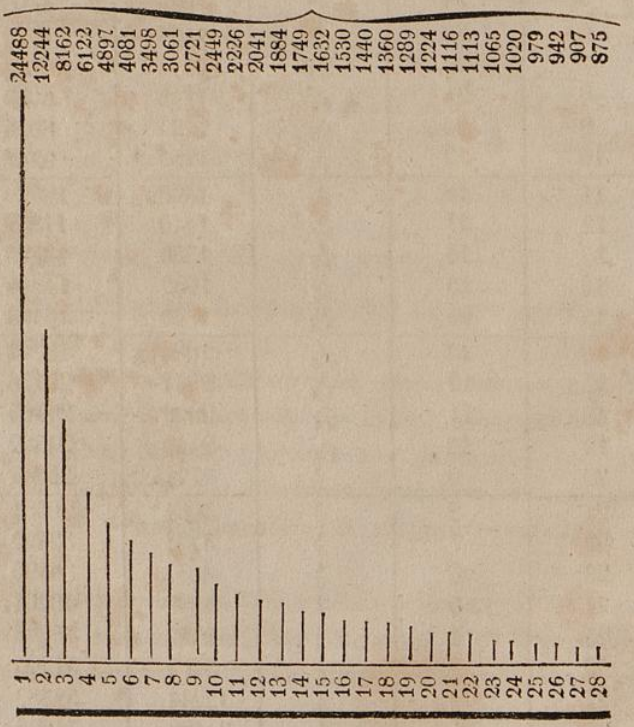
Zeichnung derselben.

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 28, 27, 26, 25 u. s. w. bezeichnet sind, und die Ordinaten sind die senkrechten, die um so länger werden, jemehr die Dichtigkeit der Luftsäulen abnimmt. Die krumme Linie, welche durch die Ende der Ordinaten gelegt wird, ist eine Hyperbel.

Die Länge ist in Fuſs angegeben. Es ist die vierte Kolonne der oben angeführten Schichttabelle.

Länge der Luftsäulen.



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

6.

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

Steigt man mit dem Barometer auf 875,6 Fuſs, so wird es bis auf 27 Zoll gesunken seyn, weil jetzt die erste Schicht nicht mehr darauf drücken kann.

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

Man weiſs also, wenn man das Quecksilber 2 Zoll sinken sieht, daſs man 875, + 907, = 1782, Fuſs gestiegen ist.

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

7.

Zeichnung des Montblanc.

Wenn man die Höhe des Montblanc zeichnet, und zugleich die Schichttabelle, so erhält man folgende Figur.

Die erste Schicht sind die Fuſsmaaſse von Nr. 4.

Die zweite Schicht sind die Fuſsmaaſse von unten angerechnet, nehmlich von 28 Zoll. Dieses ist Nr. 5, und zeigt an, wie weit man gestiegen ist.

Auſsen stehen die Barometermaaſse von 28, 27, 26 Zoll u. s. w.

Im Berge selbst sind die Höhen der niedrigen Berge mit angegeben, z. B. der Pic auf dem Teneriffa, der Aetna, der St. Gotthardt, Quito, das Kloster auf dem St. Bernhardt, der Monte Gregorio u. s. w.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fuß.		Fuß.	Baromet. Zoll.
1884		18242	13
1749		16493	14
1632		14859	15
1530	**Montblanc.**	13329	16
1440	Pic auf Teneriffa.	11889	17
1360	Aetna.	10529	18
1289	St. Gotthardt.	9241	19
1224	Quito.	8016	20
1116	Kloster auf dem St. Bernhardt.	6900	21
1113	Monte Gregorio.	5787	22
1065	Höchstes Kornfeld am Vorder-Rhein.	4723	23
1020	Puy de Dome.	3703	24
979	Das Brockenhaus.	2723	25
942		1781	26
907	Neuchatell.	875	27
875		000	28

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn man also durch 875 Fuſs steigt, so ist das Barometer von 28 Zoll auf 27 gesunken. Steigt man noch durch 907 Fuſs, so ist es auf 26 Zoll gesunken. Steigt man noch durch 942 Fuſs, so ist es bis auf 25 Zoll gesunken. Und so kann man immer aus dem Fallen des Barometers auf die Luftschicht schlieſsen, durch welche man gestiegen ist.

8.

Indeſs wird eine solche Tabelle, die bloſs auf Zoll berechnet ist, wenig bequem, und wenig genan seyn. Ein Zoll hat 10 Dezimallinien, und statt sie auf Zoll zu berechnen, berechnet man sie auf Linien. Eine Linie wird 88 Fuſs das Gleichgewicht halten. Beim Zoll begeht man $\frac{1}{55}$ Fehler, bei der Linie nur $\frac{1}{550}$. Unter den günstigsten Umständen kann eine Barometermessung um $\frac{1}{250}$ fehlerhaft seyn, und dieser Fehler kommt gar in keinen Betracht. Beim Messen für's Kataster ist die vorgeschriebene Genauigkeit $\frac{1}{100}$, und bei der Kassinischen Gradmessung in Frankreich war sie nur $\frac{1}{700}$.

Da in dem geganwärtigen Falle sehr genau gerechnet werden muſs, so habe ich die Höhe eines Berges, der 5500 Fuſs hoch ist, bis auf 1 Fuſs genau angegeben.

Ich habe sie am Ende dieses Bogens mitgetheilt, und sie macht die Grundlage bei der Berechnung der Berghöhen aus.

Da das Barometer aber öfter höher steht als 28 Zoll, so habe ich die Schichttabelle mit 29 Zoll anfangen lassen, damit man alle Barometerstände in derselben findet; die hohen sowohl als die tiefen.

In der Schichttabelle enthält die erste Colonne den Stand des Barometers.

Die zweite Colonne die Höhe der eigentlichen Luftschichten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die dritte, die Summe der Höhe, welche das Steigen des Beobachters ausdrückt.

Die Schichttabelle geht von 29 bis 21 Zoll, und man kann mit ihr alle Berge in Deutschland, und selbst den Monte Gregorio in Italien berechnen.

9.

Der Gebrauch dieser Schichttabelle ist ganz leicht.

1) Gesetzt, unten steht das Barometer auf 29 Zoll, und oben auf 28 Zoll, so sieht man, dafs man 859 Fufs gestiegen ist, um das Quecksilber 1 Zoll fallend zu machen.

Steigt man noch höher, so dafs das Quecksilber auf 27 Zoll fällt, so zeigt die Tabelle, dafs man im Ganzen 1750 Fufs gestiegen ist, und von der letzten Station 891 Fufs.

Steigt man noch weiter, und sieht, dafs das Barometer auf 22 Zoll gefallen ist, so sieht man, dafs man im Ganzen 6763 Fufs gestiegen ist, und von der letzten Station 5013 Fufs.

2) Oder man hat Linien

Oben steht das Barometer 21,8 Zoll = 6987 Fufs
Unten steht das Barometer 27,6 Zoll = 1211 »
Also Unterschied 5776 Fufs.

3) Oder man hat zehntel Linien, so findet man folgendes:

Oben steht das Barometer 21,83 Zoll. Die Dezimallinien sind 113 Fufs. Also 113 mal 0,83 Zoll gibt 938 Fufs. Also 7902 ÷ 938 = 6964 Fufs.

4) Oder man hat hunderttel Linien, so findet man folgendes:

Oben steht das Barometer 22,645 Zoll.
Für 22,6 Zoll ist die Steigung 6105 Fufs.
Für 0,045 » » » ÷ 49 Fufs.
Also für 22,645 Zoll ist die Steigung 6056 Fufs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Daſs man tausendtel Zoll hat, ist das Gewöhnliche. Man kann zwar nicht bis auf tausendtel Zoll genau beobachten, aber zweitausendtel Zoll kann man noch ablesen.

10.

Die Ausdehnung des Messings.

Die meisten Barometer sind von Holz, doch gibt es auch welche an denen der Ueberzug von Messing ist. Dieses war z. B. bei den Barometern von Fortin der Fall, wo das Ganze von Messing war, und wo der Theil aufgeschnitten war, durch den man sehen muste.

Das Messing dehnt sich sehr stark aus, und da der Nullpunkt derjenige Punkt ist, auf welchen alle metrische Maaſse zurückgeführt werden, so wurden alle Maaſse auf Null zurückgeführt. Dieses betrug bei der Höhe des Berges 1 bis 2 Meter, je nachdem die Luft mehr oder weniger warm war.

Die Beobachtungen sind hierauf schon zurückgeführt, und es bedarf daher weiter keiner Erinnerung.

Für jeden Grad des 100theiligen Thermometers wurden 0,000185 Meter von der Länge der Quecksilbersäule abgezogen.

Ich habe an meinem Barometer die Skale, unmittelbar auf's Glas geätzt. Die Barometer sind von Loos.

11.

Berichtigung wegen der Haarröhrchenkraft.

Wenn man eine gläserne Röhre, die an beiden Enden offen ist, in eine Schale mit Quecksilber hält, so steht das Quecksilber in der Röhre niedriger, als aufserhalb, und zwar um so niedriger, je enger die Röhre ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Man nennt dieses: Die Herabdrückung wegen der Haarröhrchenkraft.

In Hebebarometern hebt sich die 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, wahrscheinlich wegen der Feuchtigkeit, die sich auf der innern Glasfläche anlegt.

In den Gefäfsbarometern ist diese Herabdrückung aber bedeutender, weil sie in den weiten Cylinder des Gefäfses ganz unmerklich ist, und hingegen in der engen Barometerhöhe desto gröfser.

Die Gefäfsbarometer stehen deswegen immer etwas niedriger als die Hebebarometer, wenn ihre Scale nemlich nicht nach diesen regulirt ist.

Will man daher zwei Beobachtungen mit einander vergleichen, die mit verschiedenen Barometern angestellt sind, so mufs man die Weite der Röhre messen, um hiernach 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 »

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Es ist aber immer besser, wenn man die Barometer unmittelbar miteinander vergleicht, indem man sie neben einander hängt. Alle kleine Verschiedenheiten, die aus einem kleinen Fehler in der Scale, oder aus sonst einem Umstande in ihrem Baue herrühren können, finden sich alsdann.

D'Aubisson gebrauchte ein Gefäfsbarometer, und die Herabdrückung wegen der Haarröhrchenkraft ist schon von ihm verbessert.

12.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

Bei der Berechnung der Berge kommen folgende 7 Berichtigungstabellen in Rechnung.

Wir wollen den Monte Gregorio nehmen, und an diesem die Beobachtungen vom 17. September 1809, welche Herr D'Aubisson bekannt machte.

Er hatte zwei Thermometer, eines was ihm die Wärme des Quecksilbers gab, beim Barometer, und das andere, welches ihm die Wärme der Luft gab. Dieses hing 12 Fufs vom Barometer, an einer aufgeflickten Pappel.

Stand des Barometers.

Oktbr. 1809	Druck der Luft	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.
17.	27,418	15,9	16,0 Unten
	22,351	8,4	7,9 Oben.

Zuerst müssen nun beide Quecksilbersäulen, auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, nehmlich auf 12 Grad R.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Unten 27,418 Zoll bei 15,9 Gr. bei 12 Gr. lang 27,393 Zoll
Nehmlich 27,418 Zoll bei 15,9 Grad.
Für 3°,9 Unterschied
nach Taf. 1 = ÷ 0,025

27,393 Zoll bei 12 Grad.
Oben 22,351 Zoll 84 Grad
sind bei 12 Gr. lang ÷ 22,369 Zoll,
Nehmlich 22,351 Z. bei 8,4 Grad.
Für 3°,6 Unterschied
nach Taf, 1 = + 0,018

22,369 Zoll bei 12 Grad

Zieht man beide Barometerstände von einander ab, so hat man einen Unterschied von 5,024 Zoll.

Das Quecks. Thermometer macht die Tafel No. 1 aus, und wird von dem untern Barometer abgezogen, und zu dem obern addirt.

Die Aufschrift dieser Tabelle ist: Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

Diese 5,024 Zoll Unterschied, sind um die Quecksilbersäule, welche bei 12 Grad Wärme, einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten haben, die ebenfalls eine mittlere Wärme von 12° hatte.

13.

Schichttabelle.

Das zweite ist die Schichttabelle, die von 29 bis 21 Zoll gehet. Sie hat die Aufschrift: Luftschichten, durch welche man in die Höhe gestiegen ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Für 22,3 Zoll	gibt die	Tafel No. 2	9432	Fuſs Steig.
Für 0,069 »	»	»	÷ 76	»
Also für 22,369 Zoll	»	»	÷ 6356	Fuſs.
Für 27,3 Zoll	gibt die	Tafel No. 2	1479	F.
Für 0,093 »	»	»	÷ 84	»
Also für 27,393 Zoll	»	»	÷ 1395	Fuſs.

Unverbesserter Höhen-Unterschied 4961 Fuſs.

Die Schichttabelle ist für 0 Grad R. berechnet, wo eine Luftsäule von 24488 Fuſs, eben so schwer ist, wie eine Quecksilbersäule von einem Zoll, die ihr das Gleichgewicht hält.

14.

Die mittlere Wärme des Quecksilbers.

Gay Lussac hat gefunden, daſs sich die Luft um jeden Gr. Wärme um 213,3 ausdehne. Nach dieser ist dann die Wärme-Tabelle für 20 Grad berechnet, und zwar für 1000, 2000, 3000 Fuſs, u. s. w.

Unverbesserter Höhen-Unterschied 4961 Fuſs.

Verbesserung wegen der Wärme der Luft nach Tafel 3.

Für 4000	Fuſs	nur 12° R.	—	—	225	F.
» 900	»	» »	—	—	51	»
» 60	»	» »	—	—	3	»
Für 4960	Fuſs	und 12° Ream.			279	Fuſs.

Verbesserung mit der Wärme der Luft 5240 Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

15.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Das bisherige sind die Haupt-Berichtigungen, welche das Höhenmessen mit dem Barometer nothwendiger Weise erfährt. Die andern Berichtigungen sind klein.

Die vierte Berichtigung ist: Wegen der Feuchtigkeit der Luft. —

D'Aubuisson hat den Mess-Apparat nicht mit einem Hygrometer vermehrt. Dieses schien ihm überflüssig. Er gebrauchte die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit, die sie in Genf hat, und berechnete sie folgender Maafsen mit 10,000 Fufs.

Berichtigung wegen der Wärme der Luft.

Für eine Berghöhe von 10000 Fufs beträgt diese

Im Januar . . .	17 Fufs.	Im July . . .	48 Fufs.
» Februar . .	18 »	» August . .	48 »
» März . . .	20 »	» September .	40 »
» April . . .	24 »	» Oktober . .	27 »
» May	35 »	» November .	24 »
» Juny . . .	41 »	» Dezember .	18 »

Also: Verbesserung wegen der Wärme der Luft 5240 Fufs.

Taf. 4. Wegen der Feuchtigkeit der Luft . + 14 »

Verbesserung wegen der Wärme der Luft und der Feuchtigkeit . . . . . 5254 Fufs.

Das Gewicht der Wasserdämpfe ist nur 0,7 von dem Gewichte der trocknen Luft, und daher kommt es, dafs feuchte Luft immer leichter ist, als trockne.

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

16.

Berichtigung der Schwere, in Hinsicht der geographischen Breite.

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

Am Aequator ist bekanntlich die Schwere geringer, als auf dem 45° der Breite, theils wegen des gröfsern Schwunges, theils wegen der gröfsern 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 mufs 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 Verhältnifs, welches zwischen den anziehenden Kräften an beiden Orten Statt findet. — Man übersieht die Stärke der anziehenden Kraft auf allen Punkten der Erde, am leichtesten in einer kleinen Tafel, welche die Pendellänge für jeden Grad der Breite enthält. Sie ist nach den neuesten Bestimmungen berechnet, und sollte eigendlig 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. 439, 20 + 2,40mal Sinus.^{2} der Polhöhe.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Breiten-Grad.	Pendel-Länge. Par. Linien.	Breiten-Grad.	Pendel-Länge. Par. Linien.	Breiten-Grad.	Pendel-Länge. Par. Lin.
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	36	440,03	66	441,20
6	439,23	37	07	67	23
7	24	38	11	68	26
8	25	39	15	69	29
9	26	40	19	70	32
10	27	41	440,23	71	441,35
11	439,29	42	27	72	37
12	30	43	32	73	40
13	32	44	36	74	42
14	34	45	40	75	44
15	36	46	440,44	76	441,46
16	439,38	47	48	77	48
17	40	48	53	78	50
18	43	49	57	79	51
19	45	50	61	80	53
20	48	51	440,65	81	441,54
21	439,51	52	69	82	55
22	54	53	73	83	56
23	57	54	77	84	57
24	60	55	81	85	58
25	63	56	440,85	86	441,59
26	439,66	57	89	87	59
27	69	58	93	88	60
28	73	59	96	89	60
29	76	60	441,00	90	60
30	80				

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Da nach der Tafel auf dem 45° der Breite, die Pendellänge 440,40 Linien; und auf dem Aequator 439,20 Linien, 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 gröſsern Schwere wegen.

Unter dem 45° der Breite ist die Pendellänge 440,40 Linien. Unter dem 90sten Grade der Breite ist die Pendellänge 441,60 Linien. Also Vermehrung 1,2 Linien.

Für einen Berg von 10,000 Fuſs Höhe beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuſs.	Grade der Breite.	Berichtigung.
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

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

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

17.

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 Grad der Breite, am Ufer der See abgewogen ist, als das Barometer auf 28 Zoll stand, und der Wärmemesser auf 0 Grad.

Folgende Tafel zeigt die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Für 1000 Fuſs Höhe ist die Schwere-Abnahme	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	»

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Abnahme der Schwere hat in senkrechter Richtung einen doppelten Einflufs auf's Höhenmessen mit dem Barometer.

1. Sind die obern Luftschichten dünner, als sie seyn 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 im Barometer leichter, als es am Fufse desselben war, eben, weil die Schwere abnimmt.

Da aber das Barometer eine Wage ist, auf der der Druck der Luft gegen den Druck im Quecksiber 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 Barometerstand auf die Schwere am Ufer der See zurückführen, ehe man sie von einander abzieht. Ist dieses geschehen, so ist die Differenz 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

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

12000 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 »

Berichtigung für 12000 Fuſs Höhe 37,3 Fuſs.

In folgender Tafel findet man diese Berichtigung für alle Berghöhen bis 20000 Fuſs.

Verbesserung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Berghöhe.	Verbesserung wegen der Luftschichten.	Verbesserung wegen des Quecksilbers.	Summe beider Verbesserungen.
Fuſs.	Fuſs.	Fuſs.	Fuſs.
1000	0,1	2,4	2,5
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

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wir haben also Höhen-Unterschied .	5254 Fuſs.
Tafel 6. Wegen Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung	15 »
Also beide zusammen	5269 Fuſs.

Die gröſsere Verminderung der Schwere durch den Schwung beträgt selbst für die Spitze des Chimborasso, und den Fuſs desselben nur äuſserst wenig.

Setze man in runder Zahl den Erdhalbmesser zu 19,632,000 Fuſs, so ist für die Höhe von 18000 Fuſs, die Zunahme des Schwunges 1,00183, wenn man ihn an der See gleich 1 setzt. Da er an der See nur $\frac{1}{289}$ oder 0,00346 von der Schwere aufhebt, so hebt er auf 18000 Fuſs Höhe nur 0,000006 mehr auf, als an der See. Dieses ist so unbedeutend, daſs man bei der Berechnung der Schwere-Abnahme in senkrechter Richtung hierauf keine Rücksicht zu nehmen braucht.

Unter dem 45° der Breite ist der Erdhalbmesser ungefähr 36000 Fuſs kürzer, als unterm Aequator, und unter dem Pol ist er ungefähr 60000 Fuſs kürzer. Dieses hat einen kleinen Einfluſs auf die Schwereabnahme in senkrechter Richtung.

Für 18000 Fuſs ist unterm Aequator

Die Schwereabnahme . .	0,00183
unterm 45° ist sie . .	0,00183
unterm Pole ist sie . .	0,00184

Der Unterschied ist aber so klein, daſs er sich selbst unterm Pole erst in der fünften Dezimalstelle offenbart; und man kann ihn daher vernachläſsigen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

18.

Berichtigung wegen der Dalton'schen Theorie.

Diese ist es, wo wir uns gegenwärtig mit beschäftigen, und wir fügen deswegen nur die Höhen-Tafel bei, die wir im ersten Abschnitt fanden.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs
1,000	÷ 3,6
2,000	7,3
3,000	10,1
4,000	13,0
5,000	15,6
6,000	18,4
7,000	20,6
8,000	22,9
9,000	24,4
10,000	25,8

Die Höhe des Monte Gregorio, wäre demnach	5269 Fuſs.
Die Dalton'sche Theorie	÷ 16 »
Also die Barometer-Messung	5253 »
Die geometrische Messung	5259 »
Unterschied	6 Fuſs.

19.

Barometermessung des Monte Gregorio.

Wir wollen jetzt den Monte Gregorio berechnen, und zwar die Beobachtungen vom 17. Oktbr. 1809.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Den 17. Oktbr. 1809 machte Herr D'AUBUISSON folgende Beobachtungen mit dem Barometer.

Stand des Barometers.

Oktbr. 1809	Druck der Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.
17	27,418	15,6	16,0 Unten
	22,351	8,4	7,9 Oben.

Zuerst müssen nun beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, nehmlich auf 12 Gr. R.

Unten 27,418 Zoll bei 15,9 Gr. bei 12 Gr. lang 27,393 Zoll.
Oben 22,351 Zoll 8,4 Gr. sind bei 12 Gr. lang ÷ 22,369 »

Zieht man beide Barometerstände von einander ab, so hat man einen Unterschied von 5,024 Zoll.

Diese 5,024 Zoll Unterschied, sind um die Quecksilbersäule, welche bei 12° Wärme einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten haben, die ebenfalls eine mittlere Wärme von 12° hatte.

Jetzt fängt die Berechnung mit der Schichttafel an.

Für 22,3 Zoll gibt die Tafel No. 2 6433 Fuſs Steigen.
Für 0,069 » » » ÷ 76 »

Also f. 22,369 » » » 6356 Fuſs.

Für 27,3 Zoll gibt die Tafel No. 2 1479 Fuſs.
Für 0,093 » » » ÷ 84 »

Also f. 27,393 » » » ÷ 1385 Fuſs.

Unverbesserter Höhen-Unterschied 4961 Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Unverbesserter Höhenunterschied . . .	4961 Fuſs.
Verbesserung wegen der Wärme der Luft nach Tafel 3.	
Für 4000 Fuſs nur 12 Gr. R. 225 Fuſs	
» 900 » » » 51 »	
» 60 » » » 3 »	
Für 4960 für 12°	279 Fuſs.
Tafel 4 wegen der Feuchtigkeit der Luft .	14 »
Tafel 5. Die Schwere unter dem 45° der Breite	0 »
Tafel 6. Die Veränderung wegen der Schwere in senkrechter Richtung	15 »
Tafel 7. Wegen der Dalton'schen Theorie	÷ 16 »
Die Höhenmessung gab . . .	5253 Fuſs.
Die geometrische Messung gab .	5259 Fuſs.
Unterschied	6 Fuſs.

20.

Rechnungs-Beispiele.

1) Den 1. Octbr. 1809 beobachteten Herr Mallet, und Herr D'Aubuisson auf dem Monte Gregorio, Mittags um 12 Uhr, folgende Barometerstände:

Nach Herr Mallet stand das Barometer .	27,300 Zoll.
Die Wärme des Quecksilbers war . . .	17°,4 R.
Die Wärme der Luft war	14°,8 R.
Herr D'Aubuisson beobachtete oben das Barometer	22,207 Zoll.
Die Wärme des Quecksilbers . . .	7°,5 R.
Die Wärme der Luft war	5°,8 R.
Die mittlere Wärme der Luftsäule war .	10°,3 R.

Wie groſs ist die Quecksilbersäule bei 10°,3 R.?

Wie groſs ist die Luftsäule bei 10°,3 R.?

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

2) Den 4. Octbr. 1809 beobachteten Herr Mallet, und Herr D'Aubuisson auf dem Monte Gregorio Mittags um 12 Uhr folgende Barometerstände:

Nach Herrn Mallet stand unten das Barometer 27,612 Zoll.
Die Wärme des Quecksilbers war . . . 12°,9 R.
Die Wärme der Luft war . . . . . 12°,4 R.
Nach Herrn D'Aubuisson stand oben das Barom. 22,395 Zoll.
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 bei 7°,1 R.?
Wie grofs ist die Luftsäule bei 7°,1 R.?

21.

Inhalt der Tafeln.

Tabelle 1. Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers von 0 bis 12° R.

Tabelle 2. Enthält die Luftschichten, durch die man in die Höhe gestiegen ist.

Tabelle 3. Enthält die mittlere Wärme des Quecksilbers.

Tabelle 4. Enthält die Feuchtigkeit der Luft.

Tabelle 5. Enthält die Veränderung der Schwere in Hinsicht der Breite.

Tabelle 6. Enthält die Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe.

Tabelle 7. Enthält die Dalton'sche Theorie.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nro. 1.

Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers.

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

Wärme-Unterschd.	28 Zoll.	26 Zoll.	24 Zoll.	22 Zoll.
1 ° R.	0,006 Zoll.	0,006 Zoll.	0,005 Zoll.	0,005 Zoll.
2	13	12	11	10
3	19	18	16	15
4	25	23	22	20
5	32	30	27	25
6	38	35	32	30
7	0,044	0,041	0,038	34
8	51	47	43	40
9	57	53	49	45
10	64	59	54	50
11	70	64	59	54
12	76	70	65	59

Nro. 2.

Luftschichten, durch welche man in die Höhe getiegen ist.

(Für 29 Zoll = 846 Fuſs.)

Fallen des Queck-silbers.	Höhe der einzelnen Luft-schichten.	Steigen des Beob-achters.	Fallen des Queck-silbers.	Höhe der einzelnen Luft-schichten.	Steigen des Beobachters.
29,0 Z.	85 Fuſs.	000 Fuſs.	25,0 Z.	98 Fuſs.	3634 Fuſs.
28,9	85	85	24,9	98	3732
28,8	85	170	24,8	99	3830
28,7	85	255	24,7	99	3929
28,6	86	340	24,6	100	4029
28,5	86	426	24,5	100	4128
28,4	86	512	24,4	100	4229
28,3	87	598	24,3	101	4329
28,2	87	685	24,2	101	4430
28,1	87	772	24,1	102	4531

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschichten	Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.	Höhe der einzelnen Luftschichten.	Steigen des Beobachters.
28,0 Z.	88 F.	859 F.	24,0 Z.	102 F.	4633 Fuſs.
27,9	88	947	23,9	103	4736
27,8	88	1035	23,8	103	4838
27,7	88	1123	23,7	104	4941
27,6	89	1211	23,6	104	5045
27,5	89	1300	23,5	104	5149
27,4	89	1390	23,4	105	5253
27,3	90	1479	23,3	105	5358
27,2	90	1569	23,2	106	5463
27,1	90	1659	23,1	106	5569
27,0	90	1750	23,0	107	5675
26,9	91	1840	22,9	107	5782
26,8	91	1932	22,8	108	5889
26,7	92	2023	22,7	108	5997
26,6	92	2115	22,6	108	6105
26,5	92	2207	22,5	109	6213
26,4	93	2300	22,4	110	6322
26,3	94	2392	22,3	110	6432
26,2	94	2486	22,2	110	6542
26,1	94	2580	22,1	111	6652
26,0	94	2674	22,0	112	6763
25,9	95	2768	21,9	112	6875
25,8	95	2863	21,8	113	6987
25,7	95	2958	21,7	113	7100
25,6	96	3053	21,6	113	7213
25,5	96	3149	21,5	114	7326
25,4	97	3245	21,4	115	7440
25,3	97	3342	21,3	115	7555
25,2	97	3439	21,2	116	7670
25,1	98	3536	21,1	116	7786

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nro. 3.

Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luft.

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

Grade.	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.
1	5	9	14	19	23	28	33	37	42
2	9	19	28	37	47	56	66	75	84
3	14	28	42	56	70	84	98	112	126
4	19	37	56	75	94	112	131	150	168
5	23	47	70	94	117	140	164	187	211
6	28	56	84	112	140	168	197	225	253
7	33	66	98	131	164	197	229	262	295
8	37	75	112	150	187	225	262	300	337
9	42	84	126	168	211	253	295	337	379
10	47	94	140	187	234	281	328	374	421
11	51	103	154	206	257	309	360	412	463
12	56	112	168	225	281	317	393	449	505
13	61	122	183	243	304	365	426	487	548
14	66	131	197	262	328	494	459	524	590
15	70	140	111	281	351	421	492	562	632
16	75	150	225	300	374	449	524	599	674
17	80	159	239	318	398	477	557	636	716
18	84	168	253	337	421	505	590	674	758
19	89	178	267	356	445	534	622	711	800
20	94	187	281	374	468	562	655	749	842

Nro. 4.

Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Für eine Berghöhe von 10,000 Fuſs beträgt diese:

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 »	» December .	18 »

Das ganze Jahr beträgt sie 10,000 Fuſs = 30,8 Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nro. 5.

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

Für einen Berg von 10,000 Fuſs beträgt diese:

Grade der Breite.	Berichtigung. Fuſs.	Grade der Breite.	Berichtigung. Fuſs.
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

Nro. 6.

Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe.

Berghöhe in Fuſs.	Verbesserung in Fuſs.
1000	+ 2,5
2000	4,9
3000	8,0
4000	10,6
5000	14,2
6000	17,8
7000	20,5
8000	24,3
9000	27,3
10000	30,1

Nro. 7.

Die Daltonsche Theorie.

Höhe über der See in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.
1,000	÷ 3,16
2,000	7,3
3,000	10,1
4,000	13,0
5,000	15,6
6,000	18,4
7,000	20,6
8,000	22,9
9,000	24,4
10,000	25,8

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

22.

Die Höhenmessung des Monte Gregorio von D'Aubuisson.

Im Journal de Physique von 1810 steht eine vortreffliche Abhandlung von Herrn D'Aubuisson (Ingenieur des Mines) über das Höhenmessen mit dem Barometer, die mit zu den besten gehört, welche über diesen Gegenstand sind geschrieben worden.

Die Abhandlung hat drei Abschnitte.

Im ersten gibt er die Entwicklung der Theorie an.

Im zweiten zehn Höhenmessungen auf dem Monte Gregorio, nahe bei dem Thale von Aosta. einige Stunden von dem Kloster auf dem St. Bernhardt, in den Piemontesischen Alpen. Der Fuſs des Monte Gregorio liegt nur 600 Fuſs über der See, indem die Ebenen bis an Turin gehen.

Im dritten Abschnitte untersucht er die Fehler, die möglicher Weise bei der Barometermessung Statt finden können, je nachdem die Umstände mehr oder weniger günstig sind, unter denen sie angestellt werden. Dieser Abschnitt ist der interessanteste. Er ist mit einer Klarheit und einer Gründlichkeit abgefaſst, die man bis jetzt noch nicht bei der Untersuchung der Fehlergrenze bei Barometermessungen kannte.

Die beiden Barometer waren nur $1\frac{1}{2}$ Stunden voneinander entfernt, und dieses hatte also keinen Einfluſs auf den ungleichen Druck der Atmosphäre. Die Barometer selber waren von Herrn Fortin gemacht, und kosteten 200 Franken.

Sie wurden unmittelbar mit einander verglichen, indem sie nebeneinader gehängt wurden. Alle kleinen Verschiedenheiten finden sich alsdann.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Röhre steckt in einem Behälter von Messing, auf den die Theilung getragen ist.

Der Messing wurde auf den Nullpunkt reducirt, und für jeden Grad des 100theiligen Thermometers wurden 0,000185 Meter von der Länge der Quecksilbersäule abgezogen; da alle metrischen Maafsstäbe nur auf Null-Grad genau sind. Der Fehler, der hieraus entstanden wäre, hätte sich auf 1 bis 2 Meter belaufen.

Als sie in Turin waren, und daselbst mit einem Barometer des Herrn Düchayl verglichen wurden, so standen sie alle drei gleich hoch. Als nachher eines zerbrochen war, und in Turin wieder gemacht wurde, stand es 0,6 Millemeter niedriger als sonst, ohne dafs man die Ursache davon entdecken konnte.

Wahrscheinlich lag es am verschiedenen, spezifischen Gewichte des Quecksilbers. Denn das specifische Gewicht ist nicht ganz gleich, und trägt etwas mehr als 0,6 Millemeter, auf 28 Zoll. Aber höchstens kann es ein ganzes Millemeter betragen. Im Jahre 1810 verglich ich bei meiner Reise in der Schweitz, von Frankfurt bis nach Chur in Graubünden 20 verschiedene Barometer mit meinem Reise-Barometer, und ich fand höchstens 2, 3 bis 4 hundert Theile eines Zolls Abweichung.

An der untern Station, hing das Barometer auf einer Wiese, im Schatten eines Baumes. Das Thermometer, was 100 Grad hatte, hing dicht neben ihm.

Das zweite Thermoter, welches die mittlere Wärme der Luft angeben sollte, hing 12 Fufs von der Erde, an einer aufgeflickten Pappel, 1 Fufs vom Stamme. Auf diese Weise wurde alle örtliche Erwärmung vermieden, die im October auch wohl nicht so stark ist, wie im Sommer.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Oben, auf der Spitze des Berges, hing das Thermometer, wieder dicht am Barometer. Aber das zweite Thermometer, was die mittlere Wärme der Luft anzeigen sollte, wurde mit sehr viel Sorgfalt behandelt. Denn die mittlere Wärme der Luft war einmal oben um 4 Grad ÷ verschieden, am 7. October 1809. Wenn der Wind aus Norden oder Westen kam, so hing das freie Thermometer an dem Kreuz, welches auf dem Signal stand. Kam aber der Wind aus Süden, so hing das Thermometer hinter einem Felsen, der nach Nordwest stand.

Das obere Barometer hing im Schatten des Signals, ungefähr 0,6 Meter vom Boden. wie man aus der Zeichnung sieht.

Die Beobachtungen wurden um Mittag gemacht, und jedesmal fünfmal abgelesen. Oben beobachtete Herr D'Aubuisson und unten Herr Mallet; (Ingenieur en chef des ponts et chaussées). Die Beobachtungen wurden jedesmal so bekannt gemacht, wie jeder sie aufgeschrieben, ehe er sie dem andern mittheilte.

23.

Da es selten ist, so genaue Barometermessungen an einem trigonometrisch bestimmten Punkte zu erhalten, so werde ich sie hier abdrucken lassen.

H und h sind die Barometerstände unten und oben, nemlich in Meters.

T und T' sind die Thermometerstände unten und oben. t und t' sind die Thermometerstände unten und oben, nemlich des freien Luft-Thermometers.

Die Grade sind Dezimal-Grade. 80° R. sind 100 Cent-Dezimal Grad.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

October. 1809.	H	h	T	T′	t	t′
1	739,0	601,15	21,8	9,4	18,5	7,3
4	747,45	606,23	16,1	4,1	15,45	2,2
7	744,35	604,97	18,8	8,7	18,6	3,7
8	744,25	604,37	18,8	5,9	18,4	3,3
17	742,2	605,05	19,85	10,5	19,95	9,9
18	745,3	607,05	19,5	11,1	19,45	9,9
20	747,8	608,35	16,6	10,6	1,92	8,1
25	753,67	615,01	18,4	12,9	17,9	12,5
30	744,75	603,09	13,6	3,9	13,6	0,7
31	741,4	600,63	13,6	2,4	13,3	1,7

October. 1809.	Winde.	Witterung	
		Unten.	Oben.
1	N. N. O.	sehr schön.	schön.
4	S. S. O. schw.	Sonne.	in den Wolken.
7	desgleichen.	desgl.	desgl.
8	S. O.	desgl.	desgl.
17	S. W. schw.	sehr schön.	sehr schön.
18	S. ruhig.	bedeckt.	Hoher Nebel.
20	S. W. schw.	desgl.	Regen um 1 Uhr.
25	desgl.	sehr schön.	schön.
30	S. O.	bedeckt.	in Wolken.
31	desgl.	Sonne.	Sonne und unterhalb Wolken.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Herr D'Aubuisson findet nach seiner Formel, die nicht sehr abweicht von der des Lindenau's und Oltmann's, folgende Höhen:

1809.				1809.			
den 1.	Octbr.	1710,6	Meter.	den 4.	Octbr.	1708,9	Meter.
7.	»	1709,6	»	8.	»	1710,4	»
17.	»	1709,8	»	18.	»	1716,9	»
20.	»	1714,3	»	25.	»	1708,7	»
30.	»	1713,8	»	31.	»	1710,5	»
Im Mittel		1711,82	Meter.	Im Mittel		1711,08	Meter.

Die fünf ersten geben . . . . . 1711,82 Meter.
Die fünf letzten geben . . . . 1711,08 Meter.
Die geometrische Messung gibt . . . 1708,4 Meter.
Es findet sich also ein Unterschied von 3 Meter, oder 9 Fuſs.

24.

Herr D'Aubuisson hat auf die Dalton'sche Theorie keine Rücksicht genommen, wahrscheinlich, weil er sie nicht gekannt hat.

Ich habe in der Trigonometrie, welche 1813 bei Schreiner in Düsseldorf erschien, auf die Dalton'sche Theorie Rücksicht genommen, und habe folgende Ergebnisse erhalten: Ich habe die Meter in pariser Fuſs umgewandelt, und die hunderttheilige Grade in achtzigtheilige des Reamürschen Thermometers. Die Rechnung ist mit natürlichen Logarithmen geführt, welches nicht genauer ist, als auch die Schicht-Methode.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Untere Station.				Obere Station.			
October. 1809.	Druck der Luft. Zoll.	Wärme des Quecks. G.R.	Wärme der Luft. G.R.	Druck der Luft. G. R.	Wärme des Quecks. G.R.	Wärme der Luft. G.R.	Mittlere Wärme der Luftsäule. G. R.
1	27,300	17,4	14,8	22,207	7,5	5,8	10,3
4	612	12,9	12,4	395	3,3	1,9	7,1
7	497	14,0	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	13,3	13,0	473	8,5	6,5	9,8
25	842	14,7	14,4	719	10,3	10,0	12,2
30	512	10,9	10,9	279	3,1	0,6	5,8
31	388	10,9	10,6	188	1,9	1,4	6,0

Berechnet man diese Beobachtungen nach der Dalton'schen Theorie, so hat man folgendes:

October 1829.	Berechnete Höhe in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile d. Ganzen	October. 1809	Berechnete Höhe in Fuſs.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile d. Ganzen
1	5253,3 F.	÷ 6,2 F.	$\frac{1}{848}$	4	5256,7 F.	÷ 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	$\frac{1}{2391}$
Im Mit. 5260,7 Fuſs.				Im Mit. 5250,9 Fuſs.			

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das Mittel aus den ersten Beobachtungen gab 5260,7 Fuſs.
Das Mittel aus den zweiten Beobachtungen gab 5259,9 Fuſs.
Die geometrische Messung gab . . . 5259,5 Fuſs.

Die Dalton'sche Theorie gibt also ganz genau die Höhenmessung vom Monte Gregorio, so wie sie Herr D'Aubuisson und Herr Mallet gemessen haben.

25.

Fehler der Messung.

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

Die groſse Uebereinstimmung zwischen der barometrischen Messung, die bis auf $\frac{1}{6575}$ der ganzen Höhe geht, rührt theils von der günstigen Lage des Berges her, theils von der Genauigkeit der Instrumente; gröſstentheils aber von der Anzahl der Beobachtungen, und der Sorgfalt, mit der sie angestellt worden.

Die Messung geschah immer im October, weil in den Alpen dann die schönste Witterung ist.

Der Berg ist nach der italienischen Seite hin sehr steil abgeschnitten, und beide Barometer sind in anderthalb Stunden in gerader Linie von einander entfernt; sie empfinden also jede Veränderung im Drucke der Luft zu gleicher Zeit.

Die Beobachtungen wurden um Mittag angestellt, also in der Stunde, wo die Atmosphäre am meisten im Gleichgewicht ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

An der untern Station hing das Barometer auf einer Wiese im Schatten eines Baumes. Es war nur 1 Fuſs von der Erde. Das Thermometer, welches die Wärme des Quecksilbers angab, hing dicht dabei.

Das zweite Thermometer, welches die Wärme der Luft angab, hing 12 Fuſs von der Erde, an einer Pappel 1 Fuſs vom Stamm. Auf diese Weise wurde alle örtliche Erwärmung vermieden, die im Oktober wohl nicht so stark ist, als mitten im Sommer. Am ersten October war sie 2°, 6 des Luftthermometers.

Oben hing das Barometer ebenfalls im Schatten des Kreuzes, das sich auf einer Höhe von 5259 Fuſs befand. Das Gefäſs hing 1 Fuſs von der Erde, wie man dieses an der Zeichnung sieht. Das Thermometer, welches die Wärme des Quecksilbers anzeigte, hing dicht dabei.

Das Thermometer, welches die Wärme der Luft angab, stand am 7. October 4° tiefer, als das andere Thermometer, was die Wärme des Quecksilbers angab.

Wenn der Wind aus Norden oder Westen kam, so hing das freie Thermometer am Kreuze, welches auf dem Signal stand. Kam aber der Wind aus Süden, so hing das Thermometer hinter einem Felsen, der nach Nordwest stand. Auf diese Weise waren für's freie Thermometer alle örtlichen Erwärmungen vermieden, die z. B. am 7. Oktober 1809 auf 4° R. gingen.

Bei den Beobachtungen wurde fünfmal abgelesen, oben von Herrn D'Aubuisson, und unten von Herrn Mallet, und dann aus allen fünf Beobachtungen das Mittel genommen. Die Tafel enthält also 50 Beobachtungen von oben, und 50 Beobachtungen von unten.

Die Barometer waren von Herrn Fortin in Paris gemacht. Ihre Gestalt sieht man Fig. 1. Taf. II.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Skale war von Messing, womit das ganze Barometer überzogen war. Wegen der Ausdehnung des messingenen Maafsstabes wurde noch für jeden Cent-Dezimalgrad 0,000185 Meter von der Länge abgezogen, da alle metrischen Maafse nur bei Null-Grad genau sind. Wenn man dieses vernachläfsigt, so geht der Fehler von 1 bis auf 2 Meter.

Also in der Beobachtung ist kein Fehler.

26.

Fehler der Tafeln.

Indem wir von den Fehlern der Beobachtung geredet haben, so kommen wir zu den Fehlern der Tafel.

1. Die erste Tabelle enthält die Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers. Diese ist von Herrn Dülong und Petit zu $\frac{1}{4440}$ angenommen, welche diese im Jahre 1818 als Preis erhielten. Die von Lavoisier und La Place angenommene zu $\frac{1}{4330}$ ist weggelassen. Aber der Irrthum ist verschwindend klein, und beträgt auf die ganze Berghöhe von 5259 Fufs, nur 3 Zoll, und zwar bringt es noch etwas der Wahrheit näher.

2. In der zweiten Tabelle, welche die Luftschichten enthält, durch welche man in die Höhe gestiegen ist, ist die Luft 10495mal leichter als Quecksilber angenommen. So haben es die Herrn Biot und Arago durch sorgfältiges Abwiegen bestimmt.

Diese Abwägung ist auch wohl bis auf $\frac{1}{1000}$ Theile genau. Man sieht dieses an dem Fortin'schen Barometer, welches in Turin zerbrochen ist, und welches 0,6 Millemeter niedriger stand, als früher.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

3. Die dritte Tabelle enthält die Berichtigung wegen der Ausdehnung der Luft durch die Wärme. Diese ist nach Gay Lüssac $\frac{1}{213,3}$ für jeden Grad R. In der Trigonometrie habe ich $\frac{1}{213}$ angenommen. Dieser Unterschied ist unbedeutend. Bei 9 Grad, welches im Durchschnitt die mittlere Wärme der Luft des ganzen Monats war, beträgt nur 211 Fuſs bei einer Höhe von 5000 Fuſs. Bei 10 Grad ist sie 1 Fuſs mehr.

Man kann die Sorgfalt nicht genug bewundern, mit der Herr D'Aubuisson den Stand des freien Thermometers bestimmt hat, der zu Zeiten um 4° abwich, wie z. B. am 7. Oktober 1809.

Untere Station.				Obere Station.			
Oktbr. 1809	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Unterschied.	Oktbr. 1809	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	Unterschied.
	G. R.	G. R.	G. R.		G. R.	G. R.	G. R.
1	17,4	14,8	2,6	1	7,5	5,8	1,7
4	12,9	12,4	0,5	4	3,3	1,8	1,5
7	15,0	14,9	0,1	7	7,0	3,0	4,0
8	15,0	14,7	0,3	8	4,7	2,6	2,1
17	15,9	16,0	÷0,1	17	8,4	7,9	0,5
18	15,6	15,6	0,0	18	8,9	7,9	1,0
20	13,3	13,0	0,3	20	8,5	6,5	2,0
25	14,7	14,3	0,4	25	10,3	10,0	0,3
30	10,9	10,9	+0,0	30	3,1	0,6	2,5
31	10,9	10,6	0,3	31	1,9	1,4	0,5

Bei 5000 Fuſs beträgt 1 Grad 23 Fuſs. Wenn es auch um 0,5 Grad fehlerhaft gewesen ist, d. h. daſs man nicht die mittlere Temperatur der Luft in einer Säule von

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5000 Fuſs Länge bis auf 0°,5 erfuhr, so ist dieses 12 Fuſs, wie dieses z. B. den 18., 20. und 30. Oktober 1809 der Fall war.

Diesen Stand des freien Thermometers, muſs man sehr genau berücksichtigen, denn bei 9° ist es schon 211 Fuſs auf 5000. Es bildet die Haupt-Berichtigung beim Barometermessen.

4. Die vierte Tabelle enthält die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit der Luft.

Diese Tabelle ist sehr schwierig zu machen, und es ist ein Glück, daſs diese Tabelle nur 14 Fuſs beträgt. Sie ist sehr verschieden an warmen und an kalten Tagen. Indeſs, da sie einen ganzen Monat umfaſst, also den zwölften Theil eines Jahres, so ist sie wohl sehr zuverlässig, so sehr auch die einzelnen Tage abweichen mögen.

5. Die Tafel zur Berichtigung wegen Veränderung der anziehenden Kraft in Hinsicht der geogr. Breite und die Taf. Nro. 6 wegen Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe, stehen auf mathematischem Boden, und sie sind in der einen Tafel gerade so wie in der andern. Eben so mit Taf. Nro. 7 über den Einfluſs der Dalton'schen Theorie, welches den Haupt-Gegenstand dieses Buches macht.

27.

Ich muſs zuletzt noch erinnern, daſs die Wärme aus der gemessenen Höhe nicht gleichförmig abnimmt.

Den 4. Oktbr. 1809 war das freie Thermometer unten bei Herrn Mallet, 12°,4, und oben auf der Spitze

des Monte Gregorio hatte Herr D'Aubuisson das freie Thermometer auf 1,8 Grad.

Der Unterschied war also 10°,3 auf 5259 Fuſs. Also 490 Fuſs auf 1° Wärme-Abnahme.

Den 25. Oktbr. 1809 war bei Herrn Mallet das freie Thermometer 14°,3, und das von Herrn D'Aubuisson beobachtete war 10 Grad; also nur 4°,3 Unten mehr als Oben. Bei dem Berge also, der 5259 Fuſs hoch war, kamen 1219 Fuſs für 1°.

Indeſs, das Mittel ist dasselbe.

Den 4. Oktbr. war es 490 Fuſs für 1°, und den 25. Oktbr. 1219 Fuſs für 1°. Also mehr als das doppelte. Aber auf die Höhe hat es keinen Einfluſs.

28.

Herr D'Aubuisson stellt noch folgende Untersuchungen, über die Feuchtigkeit der Luft an. (Bei uns ist diese Taf. Nro. 4.)

Nach Gay Lüssac und Dalton drückt die Zahl 0,00375 die Wärme aus, um die die Luft sich ausdehnt, welches auch der Grad ihrer Feuchtigkeit seyn mag.

Herr D'Aubuisson hat diese Zahl zu 0,004 angenommen, um die Feuchtigkeit zu verbessern; wahrscheinlich weil er, wie La Place glaubte, daſs feuchte Luft sich stärker ausdehne, wie trockne.

Um zu untersuchen, wie viel diese Annahme abweiche, so hat Herr D'Aubuisson folgendes Täfelchen berechnet:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Thermometer.

Centezimal-Grade.

Haar-Hygrometer.	3°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
100	— 1,9	— 1,5	— 1,1	— 1,3	— 2,0	— 3,1	— 5,0	— 7,1
90	— 1,7	— 1,1	— 0,7	— 0,7	— 1,1	— 2,0	— 3,3	— 5,3
80	— 1,4	— 0,7	— 0,2	— 0,0	— 0,1	— 0,7	— 1,8	— 3,1
70	— 1,1	— 0,3	+ 0,3	+ 0,7	+ 0,9	+ 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	+ 3,0	+ 3,1	+ 3,4
40	— 0,4	+ 0,8	+ 1,7	+ 2,5	+ 3,3	+ 4,0	+ 4,5	+ 4,8

Wenn man nemlich das 100gradige Thermometer, 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 Fuſs Unterschied, wenn nemlich das Thermometer auf 0, und das Hygrometer auf 100 steht, und man annimmt, daſs diese Berichtigung für die Ausdehnung der Luft sey 0,004.

Gewöhnlich steht das Thermometer zwischen 10 und 20 Grad, und das Haar-Hygrometer zwischen 70 und 90 Grad, und dann begeht man, wie man aus der Tafel sieht, $\frac{1}{1000}$ Fehler.

Wenn es aber sehr feucht, und sehr kalt ist, so geht der Fehler auf $\frac{2}{1000}$ Theile, wenn es nehmlich nicht friert,

Beim Monte Gregorio hat man aber gar keinen Frost gehabt.

Nimmt man aber aus jedem der zwölf Monate die mittlere Wärme, und die mittlere Feuchtigkeit, so wie sie z. B. in Genf statt gefunden hat, so findet man folgende Unterschiede:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Im Januar	1,7	tausend	Theile	Im July	0,3	tausend	Theile.
» Februar	1,5	»	»	» August	0,2	»	»
» März	0,5	»	»	» Septbr.	0,3	»	»
» April	0,2	»	»	» Octbr.	0,7	»	»
» Mai	0,0	»	»	» Novbr.	0,9	»	»
» Juni	0,1	»	»	» Decbr.	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

Bei der Besteigung des Montblanc, den 3. August 1787, stand das Haar-Hygrometer 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 Thermometers. Nach dem Täfelchen hat man erst bei 64° Haar-Hygrometer und bei 13° des hunderttheiligen Thermometers + 0,8 Fuſs Fehler auf 10,000 Fuſs.

Nach dem zweiten Täfelchen hat man im August nur $\frac{2}{10000}$ Fehler in Hinsicht des Hygrometers.

Also auf 13659 Fuſs ist der Fehler nur 3 Fuſs der ganzen Höhe. Dieses ist begreiflich, da ein Fehler im August auf 10,000 Fuſs nur 2 Fuſs Fehler hat.

29.

Gleichförmigkeit des Barometerstandes.

Beim Monte Gregorio ist das obere Barometer unmittelbar mit dem untern verglichen worden, und es hat also keinen Einfluſs auf den Stand des Barometers an der See.

Dieser ist zu Venedig 28,18 Zoll; also mitten im festen Lande, an der See.

An der Nord-See ist der Barometerstand niedriger und in Cuxhaven hat er keine 28 Zoll. Dieses rührt von

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den dort herrschenden Westwinden her, die von der See kommen.

Der Windstrich hat einen sehr grofsen Einflufs auf die Barometerhöhe. So ist z. B. bei Koppenhagen bei Ostwind im Durchschnitt das Barometer um $2\frac{1}{2}$ Linien höher als bei Westwind.

In Paris steht das Barometer bei Südwind im Mittel auf . . .	27 Zoll	11,3 Linien.
bei Nordwind	28 »	1,6 »
also Unterschied		2,3 Linien.
Bei Westwind steht es auf . .	28 Zoll	0,5 Linien.
bei Ostwind	28 »	1,3 »
also Unterschied		0,8 Linien.

In Venedig ist der mittlere Barometerstand 28,18 Zoll, oder 28 Zoll 2,2 Linien.

Herr von Humboldt versichert, dafs der Barometerstand unterm Aequator nur 28 Zoll 1 Linie sey, also 1 Linie tiefer, wie unter dem 45. Grade. Mehrere Physiker haben sich bemüht, hiervon die Ursache aufzufinden, allein es scheint mir, dafs man vorher über die Thatsache sicher seyn mufs, ehe man es erklärt. Wahrscheinlich sind die Beobachtungen, aus denen Herr von Humboldt den mittlern Barometerstand zu 28 Zoll 1 Linie geschlossen hat, am Ufer des offenen Weltmeeres gemacht, wo beständige Seewinde herrschten, und wo die Barometer aus denselben Gründen tiefer standen, wie die in Cuxhaven, und an der ganzen Nordküste von Deutschland. In Ullersvang in Norwegen (Breite 60° 19′) ist nach den Beobachtungen des Probstes Herzberg, im Mittel aus 18jährigen Beobachtungen, der Barometerstand 27,96 Zoll, bei der mittlern Wärme von 5° 7 R. Das Ba-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

rometer hängt 40 Fuſs über der See. Hiernach ist bei 10° die mittlere Barometerhöhe, am Ufer der See 28,035 Zoll. — Vergleicht man Humboldts Beobachtungen mit diesen, so folgt, daſs am Aequator statt 1 Linie tiefer, noch 1 Linie höher stand, als auf dem 45. und 60. Grade der Breite.

Auch sehe ich keine Ursache, warum die Barometer am Aequator 1 Linie höher oder tiefer stehen sollen, wie bei uns. Das einzige, was hierauf Einfluſs haben könnte, ist die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung, 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 gröſsern Schwunges, theils wegen der gröſsern Entfernung vom Erdmittelpunkte. Man sehe die Tafel, die in Hinsicht der Berichtigung der Schwere in geographischer Breite Statt findet. (16.)

Da nach der Tafel auf dem 45. Grade die Pendellänge 440,40 Linien und auf dem Aequator 439,20 Linien, 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 sich also wegen ihrer Federkraft um so viel mehr ausdehnen können.

Unter dem 45° muſs man 72000 Fuſs hoch steigen, um das Barometer 27 Zoll fallend zu machen, wenn das Thermometer auf 0 Grad stehet.

Unter dem Aequator muſs man 192 Fuſs höher steigen, um eben so viel fallen zu machen, also 72192 Fuſs.

Setzt man die Schwere an der Oberfläche gleich 1, so ist die mittlere Schwere für eine Luftsäule von

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

72000 Fuſs = 0,996323.
72192 Fuſs = 0,996314.

Also Unterschied 0,000009.

Dieses mit 27 Zoll multiplicirt, gibt 0,000243 Zoll, und um so viel steht am Aequator das Barometer niedriger.

Wollte man auf den letzten Zoll noch Rücksicht nehmen, und setzen, daſs man 108000 Fuſs weiter steigen müste, um das Barometer auf 1 Zoll fallen zu machen, so müste man am Aequator 108294 Fuſs steigen. Der Unterschied in der mittlern Schwere einer Luftsäule von 108000 und einer andern von 108294 Fuſs, die beide 1 Zoll Quecksilber tragen, ist aber so geringe, daſs er den Barometerstand, noch um kein Millionentheil eines Zolles ändert.

Die gröſsere Höhe, welche die Atmosphäre unterm Aequator, wegen der geringern Schwere hat, ändert also den Barometerstand, ungefähr um $\frac{2}{1000}$ einer Linie.

Aber sollte die gröſsere Höhe der Atmosphäre, welche unterm Aequator von der höhern, mittlern Temperatur herrührt, den Barometerstand nicht kleiner machen können, da die mittlere Schwere in einer höhern Atmosphäre immer kleiner ist, als in einer niedrigern?

Auf dem 45. Grade ist die mittlere Temperatur an der See + 10 Grad unterm Aequator + 20. Rechnet man auf 750 Fuſs 1° Wärmeabnahme, so hat man unterm 45° 7500 Fuſs, und unterm Aequator 15000 Fuſs zu steigen, bis die Temperatur 0° ist.

Nimmt man ferner an, daſs in den Höhen, wo die Temperatur ÷ 10 Grad ist, die mittlere Wärme unterm Pole und Aequator dieselbe bleibt, so muſs man 7500 Fuſs

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

steigen, bis man dahin kommt, wo das Thermometer ÷ 10° zeigt.

Also am Aequator bis auf 22500 Fuſs
und unter dem 45° bis . 15000 »

Die Temperatur von 15000 bis 22500 Fuſs, soll unterm 45° durchaus ÷ 10° R. seyn.

Auf dem Aequator wäre also die mittlere Temperatur der 22500 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

Multiplizirt man 0,00005 mit 17 Zoll, um so viel das Barometer von 28 bis auf 11 Zoll gefallen ist, so erhält man 0,00085 Zoll Unterschied. Also die Erhöhung der Atmosphäre, welche von der gröſsern Wärme unter dem Aequator herrührt, macht, daſs die Barometer von ungefähr Tausendtheil eines Zolles dort niedriger stehen, wie bei uns. Dieses ist eine Gröſse, die niemand beobachten kann.

Auf den Stand der Barometer am Ufer der See hat also die Veränderung der Schwere keinen Einfluſs, und die mittlern Barometerstände werden auf der ganzen Erde in glei-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

chen Höhen gleich hoch seyn, 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 Barometerstande 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 Barometerstand 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 Weltmeere. Dort nur haben die Seewinde denselben Einflufs, den sie in Europa haben; d. h. sie sind feucht. Die Wasserdämpfe bilden aber 0,7 vom Gewichte der Luft, und sind daher leichter.

Wenn man dort eine Strecke zum Lande herein nivellirt, und man hinge das Barometer eben so mitten im festen Lande auf, wie die Barometer zu Venedig, so fände man auch denselben Barometerstand von 28,18 Zoll.

Wahrscheinlich stehen die Barometer im Innern von Afrika am höchsten, weil sie dort am entferntesten von der See sind, und die Luft am trockensten ist.

30.

Man kann die Berghöhen noch etwas abkürzen, wenn man, statt beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Wärme der Luft zurückzuführen, sie auf die Wärme des obern oder des untern Quecksilbers zurückführt, und zwar des Thermometers, was am Barometer hängt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Dieses gibt dieselbe Genauigkeit, und erspart das Schreiben von 14 Ziffern, wie man aus folgendem Beispiele sieht:

Den 17. Oktober machte Herr D'AUBUISSON folgende Beobachtung:

Stand des Barometers.

Octbr. 1809	Druck der Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	
17.	27,418	15,9	16,0	Unten.
	22,351	8,4	7,9	Oben.

Mittlere Wärme der Luft 12 °.

Zuerst muſs nun die untere Quecksilbersäule auf die Temperatur des obern Quecksilbers gebracht werden, nemlich auf 8°,4 R.

Unten ist die Quecksilbersäule 27,418 Zoll bei 15°,9 lang

Bei 15°,9 ÷ 8°,4 = 7°,5 ÷ 0,047 Zoll.

27,371 Zoll.

Bei 8°,4 ist die Quecksilbers. ÷ 22,351 Zoll.

Beide Barometerstände voneinander abgezogen . . . . 5,020 Zoll.

Diese 5,020 Zoll sind die Quecksilbersäulen, welche 8°,4 Wärme und einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, die nun keine 8°,4 R. lang ist, sondern 12° R.

Jetzt fängt nun die Berechnung mit den Schichttafeln an.

Für 22,3 Zoll gibt die Tafel Nro. 2 = 6432 Fuſs Steigung.
Für 0,051 » » » » = ÷ 56 » »

22,351 Zoll. 6376 Fuſs.

Für 27,3 Zoll gibt die Tafel Nro. 2 = 1479 F.
Für 0,071 » » » » = ÷ 64 »

27,371 Zoll = ÷ 1415 Fuſs.

Unverbesserter Unterschied = 4961 Fuſs.

Verbesserung wegen der Wärme
der Luft nach Tafel 3.

Für	4000	Fuſs	und	12° R.	—	—	225 Fuſs
»	900	»	»	»	—	—	51 »
»	60	»	»	»	—	—	3 »

Für 4960 Fuſs und 12°.	279 Fuſs.
Tafel 4 wegen Feuchtigkeit der Luft . .	14 »
Tafel 5 die Schwere unterm 45° der Breite .	0 »
Tafel 6 die Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung	15 »
Tafel 7 wegen der Daltonschen Theorie .	16 »

Die Höhenmessung mit dem Barometer gab 5253 Fuſs.

Man hat bei dieser Rechnung 153 Zahlen zu schreiben; bei der vorigen Rechnung hat man 167 Zahlen; also 14 Zahlen weniger.

Die Ursache, warum es gleich gilt, ob man die beiden Quecksilbersäulen entweder auf die obere am Berge, oder im Mittel am Berge oder unten zurückführt, sieht man am besten in folgendem Beispiel. Ich nehme dazu den Monte Gregorio am 4. October 1809.

October 1809	Druck der Luft	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.	
4	27,300	12,9	12,4	Unten
	22,395	3,3	1,8	Oben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

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 = 5,168 Zoll.

Wird sie auf die mittlere Wärme der Luft zurückgeführt, so hat man . . . . 22,416 Zoll
und 27,576

Länge der Quecksilbersäule bei 7°,1 = 5,160

Wird die untere auf die Wärme der obern zurückgeführt, welches man ebenfalls kann, so hat man

27,612 Zoll
÷ 61

Barometer unten 27,551
Barometer oben 22,395

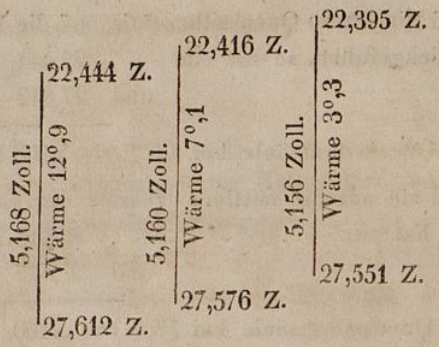
Länge der Quecksilbersäule bei 3°,3 = 5,156 Zoll.

Man hat nun drei Quecksilbersäulen.

von 5,168 Zoll bei 12°,9
von 5,160 Zoll bei 7°,1
und von 5,156 Zoll bei 3°,3

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, so werden auch alle 5,156 Zoll lang seyn.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Man übersieht dieses am besten in vorstehender 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 ist die Länge 5,168 Zoll
bei 3°,3 » » 5,156
Also Unterschied . 0,012 Zoll, oder 1,2 Schicht, da jede $\frac{1}{100}$ Zoll ist.

Allein die kürzere Säule fängt in der Schichtentafel höher an, nemlich bei . . . . 27,551 Zoll.
indefs die längere tiefer anfängt, nemlich bei 27,612 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 zu rückzuführen, und hiernach seine Tafeln eingerichtet.

31.

Tafeln von Herrn Biot.

Die Tafeln von Rammond, Lindenau und Oltmanns können nicht angewendet werden, da mit ihnen das Queck-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

silber und die Luft unmittelbar am Barometer abgewogen wird.

Die von Biot aber können angewandt werden, weil das Quecksilber und die Luft auf der zweiarmigen Wage abgewogen sind. Sie sind also gerade in ihrem Hauptelemente eben so bestimmt, wie die meinigen. Der Tittel ist: *Tables barométriques portatives donnant les différences de niveau par une simple soustraction par Biot.* (*Paris* 1811.)

Ich habe nach den Biot'schen Tafeln folgende Höhen des Monte Gregorio, aus den D'Aubisson'schen Beobachtungen berechnet:

Barometermessung. Octb. 1809		Trigonometrische Messung.	Unterschied.
1	1714,9 Meter.	1708,4 Meter.	+ 6,5 Meter.
4	13,3	1708,4	+ 4,9
7	14,5	1708,4	+ 6,1
8	15,6	1708,4	+ 7,2
17	14,7	1708,4	+ 6,3
18	21,0	1708,4	+ 12,6
20	19,4	1708,4	+ 11,0
25	14,5	1708,4	+ 6,1
30	19,0	1708,4	+ 10,6
31	15,5	1708,4	+ 7,1
Mittel .	1716,24 =	= 1708,40	+ 7,84 = $\frac{1}{219}$
Berichtigung nach Dalton	5,20	1708,40 Meter.	+ 2,64 = $\frac{1}{647}$ Meter.
	2711,04 Meter.		

Die Dalton'sche Theorie bringt also den Fehler der Biot'schen Tafeln von $\frac{1}{219}$ auf $\frac{1}{647}$ des Ganzen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bei uns ist der Fehler zehnmal kleiner, vielleicht rührt dieses daher, dafs in Biot's Tafeln nicht alle Verbesserungen so scharf angewendet sind, denn auch Biot gebraucht Buchstaben-Rechnung, die ich für überflüssig halte, da man es einfach nach der Regel von Dreien lösen kann.

D'Aubuisson findet 1711,4 Meter, also drei Meter zu viel, wobei er ebenfalls nicht auf die Theorie von Dalton Rücksicht genommen hat. Biot findet 1711,04 Meter, wenn man auf die Theorie von Dalton Rücksicht nimmt, und 1716,24 Meter, wenn man keine Rücksicht nimmt.

Biots Tafeln sind also um 16 Fufs fehlerhaft, wenn man sie mit D'Aubuisson den seinigen vergleicht.

Es ist schon oben gesagt, dafs D'Aubuisson bei seinen Tafeln keine Rücksicht auf die Dalton'sche Theorie genommen hat. Seine Beobachtungen sind sehr genau, und seine Abwägungen des Quecksilbers am Barometer sind eben so genau, wie die an der zweiarmigen Wage von Biot und Arago. Wenn er auch auf die Dalton'sche Theorie keine Rücksicht nahm, so muste er doch eine finden, auf den Fall sie da war; nur wuste er es nicht.

32.

Die beiden Messungen des Montblanc; angestellt den 3. August 1787 von Saussüre.

Der Montblanc gehört unstreitig zu den höchsten Bergen in Europa. Er ist 14,793 Fufs über der See, und wird nur noch vom Monte Rosa übertroffen, der nach Vinzens, zu 15600 Fufs gemessen ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Er ist über dem Genfer See nach der sehr genauen trigonometrischen Messung von Prof. Tralles 13,659 par. Fuſs.

Seit dem Jahre 1760, wo Herr von Saussüre den Preis von 20 Louisd'or darauf setzte, einen Weg auf den Montblanc zu finden, waren viele vergebliche Versuche gemacht, bis es endlich dem Dr. Pacard und dem Jaques Balma den 8. August 1786 gelang, diesen höchsten Gipfel der alten Welt zu besteigen.

Pierre Balma, mein Führer, wollte mitgehen, allein Fremde, die ihn mit nach Martigny genommen, nahmen ihn weiter mit nach Leuk, und er kam einen Tag zu spät nach Chamouny zurück.

Dr. Pacard, und Jaque Balma gingen den 7. August von Chamouny, und schliefen die Nacht auf dem Berge La Coté am Fuſse der Eisfelder.

Den folgenden Morgen um 4 Uhr kamen sie auf die Eisfelder, und von diesen auf die Schneefelder. Des Nachmittags fühlte der Doctor groſse Ermüdung von der Kälte und Anstrengung. Balma munterte ihn auf. Sie blieben am Steigen, und waren des Abends um halb 7 Uhr auf dem Gipfel des Montblanc im Angesicht von Chamouny und der Fremden, die sie durch Ferngläser sahen.

Um sieben Uhr verlieſsen sie den Gipfel, stiegen über die Schnee- und Eisfelder hinab, bis nach La Coté, wo sie um Mitternacht ankamen, mit geschwollenen Gesichtern und fast völlig erblindet, da sie 20 Stunden auf dem Schnee und Eise zugebracht hatten.

Sobald Herr von Saussüre die Nachricht erhielt, daſs der Montblanc glücklich bestiegen worden, so reiste er gleich von Genf nach Chamouny; aber Regenwetter und Schnee machten für dieses Jahr jede Unternehmung unmöglich. Er gab an Jaque Balma den Auftrag, ihm im nächsten Jahre gleich zu melden, wenn der Montblanc zugäng-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lich werde. Im Juni 1787 machte Balma zwei vergebliche Versuche; allein den 5. Juli gelang es ihm wieder, mit zwei andern Guiden, auf die Spitze zu kommen. Saussüre kam nach Chamouny; allein es fing an zu regnen, und er mufste vier Wochen auf gutes Wetter warten. Endlich trat er den 1. August, mit seinen Bedienten und 18 Führern die Reise an. Seine Familie blieb in Chamouny.

Die erste Nacht blieben sie auf La Coté, wo sie noch Erde hatten, auf der sie schlafen konnten. Den folgenden Morgen gingen sie über den La Coté-(Gletscher), welcher voll breiter und tiefer Spalten ist, über die sie oft nur auf dünnen Schneebrücken gingen. Sie banden sich aneinander, damit wenn einer hereinfiel, die andern ihn wieder herausziehen konnten.

Die Passage über diesen Gletscher ist so schwierig, dafs sie drei Stunden gebrauchten, obwohl der Weg in gerader Linie nur eine Viertelstunde lang ist. Von hier ging der Weg über Schneefelder, bis sie des Nachmittags um 4 Uhr auf die zweite grofse Schnee-Ebene ankamen, wo sie 12000 Fufs über der See ihr Zelt aufschlugen. Auf einer solchen Höhe hatten noch nie Menschen geschlafen, und alle fürchteten, dafs in diesen Regionen des Nachts die Kälte so heftig werden würde, dafs sie ohne Rettung erfrieren müsten. Das Barometer stand nur noch auf 17 Zoll 11 Linien. Sie wollten sich in den Schnee eingraben, aber die dünne Luft machte das Athmen so schwer, dafs sie sich wieder ausruhen mufsten, sobald sie ein paar Schaufeln Schnee ausgeworfen hatten. Fast allen war übel, einer fiel in Ohnmacht, und selbst Saussüre war nicht wohl. Alle wurden von einem brennenden Durste gequält, ihre Lebensmittel waren gefroren, und sie konnten sich nur Wasser verschaffen, indem sie Schnee schmolzen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Indeſs hatten die Guiden so sorgfältig das Zelt verschlossen, in welchem sie alle so dicht aufeinander auf einem Teppich lagen, daſs sie mehr von der Wärme, und der verdorbenen Luft litten, als von der Kälte. Des Morgens war bei Sonnenaufgang die Kälte nur 3 Grad unter dem Gefrierpuncte.

Den Morgen stiegen sie das letzte Schneefeld hinauf, dessen Abhang an vielen Stellen so steil war, daſs sie sich Stufen hineinhauen muſsten. Es ist 1200 Fuſs hoch, und endigt sich fast an allen Seiten an steilen Abgründen. Von hier kamen sie auf den Abhang des Gipfels, der ungefähr 900 Fuſs hoch ist. Dieser ist nicht steil; aber die Luft ist auf ihm so dünn, daſs sie nur 15 Schritte nach einander machen konnten, wo sie wieder Luft schöpfen muſsten, und sich ausruhen. Sie gebrauchten 2 Stunden zu diesem langsamen in die Höhe Steigen, und kamen endlich um 11 Uhr auf dem Gipfel an. In Chamouny fingen alle Glocken an zu läuten; und Saussüre hatte das groſse Schauspiel, alle Alpen zu seinen Füſsen zu sehen, und den ganzen Zusammenhang dieser Gebirgszüge, wie auf einem groſsen Relief. Das Barometer stand nur noch auf 16 Zoll 1 Linie. Die Luft war also nur halb so dicht, wie an der Oberfläche der Erde, und sie musten doppelt so geschwind athmen. Alle hatten Fieber. Mein Führer Pierre Balma hatte in Chamouny 49 Pulsschläge in der Minute, und auf dem Montblanc 98. Der Puls von Saussüre, der in Genf 72 hatte, hatte auf dem Montblanc 100. Doch blieben sie bis 4 Uhr auf dem Gipfel. Sie hatten das Zelt aufgeschlagen, und Saussüre stellte die physikalischen Beobachtungen an, die er sich vorgenommen. Das Wasser kochte bei dem so sehr verminderten Druck der Luft, schon bei 69 Grad. Am Ufer der See hatte das Wasser in demselben Gefäſse bei 28 Zoll 7 Linien Barome-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

terstand, erst bei 81 Grad gekocht. Der Himmel war ganz schwarzblau.

Herr von Saussüre liefs das Zelt aufschlagen, und hing die Barometer und Thermometer darin. Auf einen Stuhl setzte er sich, und er war der Höchste in ganz Europa.

Er hatte 16 Abstufungen von blauem Papier gemacht, und die vom dunkelsten Königsblau mit Nr. 1 bezeichnet. Proben hiervon hatte er in Genf und in Chamouny gelassen. In Genf schien der Himmel die siebente Abstufung zu haben, in Chamouny die fünfte, und auf dem Montblanc war er zwischen der ersten und zweiten.

Die Wärme war im ersten Schatten ÷ 2,3 Grad, in der Sonne aber war sie + 2 Grad, und an dem Abhange nach Süden, wo der Nordwind nicht fassen konnte, war es so warm, dafs mehrere seiner Führer auf dem Schnee in der Sonne lagen und schliefen.

Der Gipfel des Montblanc, den man in Savoyen Dros de Dromedare nennt, ist ein schmaler Rücken, ungefähr 6 Fufs breit, nach Norden steil abgeschnitten, nach Süden aber weniger. 400 Fufs unter dem höchsten Gipfel ragt noch ein Felsen aus dem Schnee hervor, auf dem einige Wochen vorher der Blitz eingeschlagen hatte.

Um 4 Uhr verliefsen sie den Gipfel, das Herabsteigen war nicht beschwerlich, aber die Sonne beleuchtete die steilen Abgründe, an deren Abhängen sie steigen musten, so sehr, dafs es eines festen Auges bedurfte, um nicht schwindlicht zu werden. Sie schlugen ihr Zelt 1200 Fufs niedriger auf, als die vorige Nacht, und waren fröhlich und guter Dinge, dafs ihre Reise gelungen war, und dafs sie mehr Luft hatten. Denn die Beklemmungen, die aus dem Mangel der Luft entstehen, fangen erst bei einer gewissen Höhe an, bei Saussüre z. B. bei 11000 Fufs, und unter dieser Höhe

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

befindet sich der Mensch vollkommen wohl. Den folgenden Morgen gingen sie wieder über den La Coté (Gletscher), der sich in den zwei Tagen von der starken Sonnenhitze ganz geändert hatte, und noch schwieriger zu passiren war, wie vorher. Um eine Spalte zu vermeiden, die in diesen Tagen entstanden war, musten sie einen gähen Abhang hinunter, der unter einem Winkel von 50 Grad geneigt war. Endlich um 9 Uhr verliefsen sie die Eis- und Schneefelder und betraten wieder die feste Erde. Um Mittag kamen sie in Chamouny an. Saussüre seine Frau und seine Kinder kamen ihm am Fufse des Berges entgegen, und weinten vor Freude, dafs sie den Vater wieder hatten. Alle waren wohl, aber sehr müde und schläfrig. Der schwarze Flor, den sie vor den Gesichtern hatten, hatte ihre Augen und ihre Haut geschützt.

Die Reise kostete Herrn von Saussüre 100 Louisd'or.

33.

Ich war im Jahre 1810 in Chamouny, am Fufse des Montblanc. Ich hatte Saussüre's Reisen, wo die Beobachtungen im vierten Theile standen.

Der Titel ist:

Voyages des Alpes, precédé d'un Essai sur l'histoire, naturelle des environs de Geneve par Mr. de Saussüre. 4. *T.* 1. *Neuchatel* 1779. *T.* 2. *Geneve* 1786. *T.* 3 *et* 4 *avec de planches.* 1794.

Die Saussüre'sche Barometermessung ist die einzige, die wir vom Montblanc haben, und da sie unter so äufserst günstigen Umständen gemacht worden, dafs es zweifelhaft ist, ob wir in den nächsten Jahren eine zweite haben, bei der das Wetter so schön und die Luft so ruhig war, so schien es mir nicht ohne Verdienst zu seyn, diese Beobachtung auf's neue zu untersuchen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Es sind jetzt 42 Jahre, dafs Herr von Saussüre den Montblanc gemessen hat, und diese Messung steht allein.

Viele sind auf demselben gewesen, aber keiner hat gemessen.

Allein dieses war nicht ganz leicht. Herr von Saussüre hat die Beobachtungen in der verwickelten de Lüc'schen Thermometersprache vorgetragen, und zwar nicht die rohen Beobachtungen, sondern die korrigirten, und durch diese Mischung von Beobachtung und Rechnung ist es dann schwer geworden zu sagen, wie die rohe Beobachtung war.

In ein paar Fällen, wo Herr von Saussüre bei einer Beobachtung sagt, »tout correction fait» ist es völlig unmöglich.

Indefs die beiden Hauptbeobachtungen, von 12 Uhr Mittags, kann man wohl vollständig wieder herstellen, so dafs keine Ungewifsheit übrig bleibt.

Hier sind sie:

Herr von Saussüre hatte oben zwei Barometer.

Nr. 1. stand den 3. August 1787, Mittags 12 Uhr, auf der Spitze des Montblanc, auf 16,022 Zoll; die Wärme des Quecksilbers war + 1°, 2 R.; die Wärme der Luft ist 2°, 3 R.

Nr. 2. stand auf 16,024 Zoll. Die Wärme des Quecksilbers war + 2°, 2 R.; die der Luft 2°, 3 R. Hygrometer im Schatten 51 Grad.

(Nr. 1. hatte, verglichen mit dem Genfer Barometer, einen beständigen Fehler von $\frac{328}{16}$ Linien. Dieser ist bei der Angabe von 16,022 Zoll schon verbessert.)

Zu gleicher Zeit stand in Genf das Barometer des Herrn Sennebier, auf der Sternwarte auf dem Walle, 27,260 Zoll. Die Wärme des Quecksilbers war 19°, 2 R.; die der Luft im Schatten (das Barometer hing nach Norden) + 22°, 6 R. Die Höhe des Barometers über dem Genfer

See war 78 Fuſs. Das Hygrometer stand im Schatten auf 77 Grad.

Die Witterung war an diesen Tagen äuſserst günstig. Von Genf bis Chamouny sind 18 Stunden, und es wehte beinahe kein Lüftchen. Daſs es vier Wochen geregnet hatte, das machte das Wetter so gut.

34.

Berechnung der ersten Beobachtung.

Ich will die Berechnung mit natürlichen Logarithmen hierhin setzen, da die Schichttafeln so weit nicht gehen. Die hier mitgetheilten Schichttafeln gehen von 29 Zoll bis zu 21 Zoll. Die Berechnung mit natürlichen Logarithmen geht von 29 Zoll bis 13 Zoll. Sie ist genommen aus meiner Trigonometrie, welche 1813 bei Herrn Schreiner erschien.

Dann ist, statt Nr. 3 die die Berichtigung von der Ausdehnung der Luft, durch die Wärme enthält, hier die beständige Zahl von 24488 Fuſs, womit man den Unterschied der Logarithmen multipliziren muſs. Damit man indeſs nicht nöthig habe, diese Zahl für die verschiedenen Wärme-Grade zu addiren, so erfolgt sie hier:

Wärme.	Beständige Zahl.	Wärme.	Beständige Zahl.
0° R.	24488 Fuſs.	11° R.	25753
1	24603	12	25868
2	24718	13	25983
3	24833	14	26098
4	24948		26213
5	25063	16	26328
6	25178	17	26443
7	25293	18	26558
8	25408	19	26673
9	25523	20	26788
10	25638		

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Den 3. August 1787 machte um 12 Uhr Herr Senebier in Genf und Herr von Saussüre auf dem Montblanc folgende Beobachtungen:

Zu Genf stand im Kabinet das Barometer . 27,260 Zoll.
Die Wärme des Quecksilbers war . . . + 19°,2 R.
Die Wärme der Luft war im Schatten . + 22°,6 R.
Die Höhe des Bar. über dem Genfer-See ist 78 Fuſs.
Das Hygrometer stand im Schatten auf . . 77 Grad.

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

Das Barometer stand im Zelte . . . . . 16,022 Zoll.
Die Wärme des Quecksilbers war . . . + 1°,2 R.
Die Wärme der freien Luft im Schatten ÷ 2°,3 R.
Das Hygrometer stand . . . . . 51 Grad
Die Breite des Montblanc ist . . . . . 45°,50 Min.
Die mittlere Wärme der Luftsäule

$$\frac{22°,6 \div 2°,3}{2} = 10°,15 \text{ R.}$$

Rechnung.

Zuerst müssen die beiden Quecksilbersäulen von + 19°,2 R. und + 1°,2 R. auf die mittlere Temperatur der Luft gebracht werden, nemlich auf $\frac{+22°,6 \div 2°3}{2} = 10°,15$ R.

Man muſs also + 9° R. von der untern abziehen, und zu der obern 9° R. hinzufügen.

27,260 Zoll
9° nach Taf. I. ÷ 0,055 Zoll
27,205 Zoll bei 10° 15 R.

Bei 16,022 Zoll, die ÷ 2°,3 Gr. warm sind, ist die Veränderung bei 10°,15 R. + 0,036 Zoll, welche addirt werden.

16,022 Zoll
9° nach Taf. I. + 0,032 Zoll
16,054 Zoll bei 10°,15 R.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Länge der Quecksilbersäule war demnach von Genf bis auf den Montblanc 11,151 Zoll bei 10°,15 R.

27,205 Zoll	=	Log. 7,90857
16,054 Zoll	=	Log. 7,38112
	Unterschied der Log.	0,52745
	Bei 10°,15 ist die beständige Zahl	25653

Beides multiplizirt gibt die Berghöhe zu	13531 Fuſs.
N. 4. Berichtigung wegen der Feuchtigk.	+ 65 »
N. 5. Veränderung der Schwere in Hinsicht der Breite	÷ 2 »
N. 6. Wegen Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe	+ 43 »
N. 7. Wegen der Dalton'schen Theorie	÷ 30 »
Höhe des Kabinets über der See .	+ 78 »
Die Höhe des Montblancs über dem Genfer-See	13685 Fuſs.
Nach Prof. Tralles Messung	13659 Fuſs.
Unterschied	26 Fuſs

oder 1:526 des Ganzen.

Das Hygrometer stand 51° Oben.
» » » 77° Unten.

Mittel = 64 Grad

Die Wärme der Luft war 10°,15 R.; dieses sind ungefähr 13° des 100theiligen Thermometers.

Nach dem Täfelchen, welches in §. 28 da gewesen ist, hat man bei 64° Hygrm., und bei 13° des 100theiligen Thermometers + 0,8 Fehler, auf 1000 Fuſs.

Nach dem zweiten Täfelchen, was in demselben Paragraph steht, hat man im August nur $\frac{2}{10000}$ Fehler, in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hinsicht des Hygrometers. Also auf 13659 Fuſs nur 3 Fuſs Fehler.

Dieser muſs abgezogen werden, und man findet den Unterschied, der jetzt 26 Fuſs ist, nur zu 23 Fuſs; oder 1:593 des Ganzen.

34.

Berechnung der zweiten Beobachtung.

Das Barometer des Herrn Senebier stand 27,260 Zoll.
Die Wärme des Quecksilbers war . . . 19°,2 R.
Die Wärme der Luft im Schatten war + 22°.6 R.
Das Thermometer hing nach Norden.
Das Hygrometer stand im Schatten auf . 77 Grad,
Die Höhe des Barometers über dem Genfer See ist . . . . . 78 Fuſs.
Das Barometer des Herrn von Saussüre stand auf dem Montblanc . . . . . 16,024 Zoll.
Die Wärme des Quecksilbers war . . . + 2°,2 R.
Die Wärme der Luft war . . . . . ÷ 2°,3 R.
Das Hygrometer stand im Schatten . . . 51 Grad.
Die mittlere Wärme der Luftsäule war

$$\frac{22°,6 \div 2°,3}{2} = 10°,15 \text{ R.}$$

Rechnung.

Die Wärme des Quekksilbers von 27,260 Zoll, die 19°,2 warm sind, ist die Wärme bei 10°,15 R. = 0,055 Zoll, welche abgezogen werden müssen.

27,260 Zoll
9° nach Taf. I. ÷ 0,055 Zoll
27,205 Zoll bei 10°,15 R.

Bei 16,024 Zoll, die 2°,2 R. warm sind, ist die Veränderung bei 10°,15 R. + 0,029 Zoll, welche addirt werden müssen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

16,024 Zoll
Tafel 1 + 0,029 Zoll

16,053 Zoll bei 10°, 15 R.

Die Länge der Quecksilbersäule war demnach von Genf bis auf den Montblanc 11,152 Zoll bei 10°, 15 R.

Logarithmen von 27,205 Zoll bei 10°, 15 R. = 7,90856
Logarithmen von 16,053 Zoll bei 10°, 15 R. = 7,38106

Beides von einander abgezogen . . 0,52750
Bei 10°, 15 R. ist die beständige Zahl 25653 Fuſs.

Beides multiplicirt gibt die Berghöhe . 13542 Fuſs.
Nr. 4. Berichtigung wegen der Feuchtigkeit + 65 »
Nr. 5. Veränderung der Schwere in Hinsicht der Breite . . . . . ÷ 2 »
Nr. 6. Wegen Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe . . . . . + 43 »
Nr. 7. Wegen der Dalton'schen Theorie . . ÷ 30 »
Höhe des Kabinets über der See . . + 78 »

Höhe des Montblanc über dem Genfer See 13696 Fuſs.
Nach Professor Tralles Messung . . 13659 »

Unterschied 37 Fuſs.

oder $\frac{1}{369}$ des Ganzen.

Das Hygrometer stand 51° Oben.
» » » 77° Unten.

Mittel 64 Grad.

Die Wärme der Luft war 10°, 15 R.; dieses sind ungefähr 13° des 100theiligen Thermometers.

Nach dem Täfelchen, welches in §. 28. da gewesen ist, hat man bei 64° Hygrometer, und bei 13° des 100theiligen Thermometers + 0,8 Fehler auf 1000 Fuſs.

Nach dem zweiten Täfelchen, was in demselben Paragraph stehet, hat man im August nur $\frac{2}{10000}$ Fehler in Hin-

sicht des Hygrometers; also auf 13659 Fuſs nur 3 Fuſs Fehler.

Dieses muſs abgezogen werden, und man findet den Unterschied, der jetzt 37 Fuſs ist, nur zu 34, oder zu $\frac{1}{401}$ des Ganzen.

35.

Uebersicht.

1. Der Montblanc über dem Genfer See . .	13682	Fuſs.
Die geometrische Messung gab	13659	»
Unterschied	23	Fuſs.
2. Der Montblanc über dem Genfer See . .	13693	Fuſs.
Die geometrische Messung gab	13659	»
Unterschied	34	Fuſs.

Bei der ersten Messung war $\frac{1}{593}$ Fehler.

Bei der zweiten Messung war $\frac{1}{401}$ Fehler.

Die erste und die zweite Messung . .	13687	Fuſs.
Die geometrische Messung gab	13659	»
Unterschied	28	Fuſs.

oder $\frac{1}{487}$ des Ganzen.

Die Messung von Professor Tralles ist äuſserst genau, und die Hoffnung ist sehr geringe, daſs die Spitze des Montblanc noch 4 oder 5 Fuſs genauer werde, als jetzt.

Vom Molesson fand Prof. Tralles die Höhe des Montblanc . . . . . zu 13451 par. Fuſs;

Vom Chasseral . . . . zu 13453 » »

Vom Schlosse in Neuchatel . . zu 13455 » »

über dem Neuchateler See, der 206 Fuſs höher liegt, wie der Genfer, so daſs also der Genfer See 13659 Fuſs ist.

Herr Professor Tralles hat in den Jahren 1802, 1803 und 1804 den Montblanc trigonometrisch gemessen, und diese Messungen wurden nachher von der Spitze des Moles-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

son, im Kanton Freiburg, und von mehrern Jura-Höhen wiederholt, und immer auf dieselbe Art, zu 14793 Fuſs über dem Meere gefunden. Ich verdanke diese Nachricht dem Herrn Doctor Ebel, der sie in seiner Anleitung zu den Schweizer-Reisen aufnahm, Zürich 1810.

36.

Ich habe oben gesagt, daſs die Beobachtung auf dem Montblanc sehr entstellt worden wäre, und wahrscheinlich aus der ganz eignen De Lüc'schen Thermometersprache, die niemand scheint verstanden zu haben.

Von De Lüc und La Place, der seine Formel vom Jahre 1800 den De Lüc'schen Bestimmungen gefolgt ist, will ich nicht reden.

(De Lüc hing nehmlich seine Thermometer in die Sonne, und nicht in den Schatten, und fand daher seine Wärme um 3°,4 zu groſs. Seine Normal-Temperatur setzt er bei 16°,8, und sie muste eigentlich bei 13°,4 stehen. Herr De Lüc gab die Höhe des Montblanc zu 13383 Fuſs über dem Genfer See. Nach Professor Tralles ist er 13659 Fuſs. Also 276 Fuſs zu niedrig. Dieses sind $\frac{1}{48}$ des Ganzen. Nach La Place Formel von 1800 = 13231 Fuſs. Dieses sind 428 Fuſs oder $\frac{1}{32}$ des Ganzen.)

Nach der des Herrn Trembley, und den Beobachtungen von Saussüre, 13423 Fuſs. Fehler 236 Fuſs.

Nach der des Herrn von Lindenau in der monatlichen Korrespondenz von 1803 = 13361 Fuſs. Fehler 298 Fuſs.

Nach Lindenau's Tafeln, die in Gotha 1809 erschienen, 13367 Fuſs. Fehler 292 Fuſs.

Nach Kramp, der aber die Lehre sehr verworren vorträgt, 14016 Fuſs. Fehler 357 Fuſs zu viel.

Die trigonometrische Messung von Pictet 13428 Fuſs. Fehler 231 Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die trigonometrische Messung von Schuckburgh 13542 Fuſs. Fehler 135 Fuſs.

Die trigonometrische Messung, wie sie Herr von Lindenau angibt, 13578 Fuſs. Fehler 81 Fuſs.

Endlich die Messung von Tralles, die so genau ist, daſs sie nicht um 5 Fuſs fehlerhaft ist, 13659 Fuſs.

37.

Wenn wir das bisherige zusammen fassen, so haben wir folgendes:

1. Nach der alten Theorie, wo die Atmosphäre ein inniges Gemisch aus Stickluft, Sauerstoffluft, Kohlensaure Luft und Wasserdampf ist, erhalten wir . . . . 5275,7 Fuſs.
Die geometrische Messung gab . . . . . 5259,5 Fuſs.

Unterschied 16 Fuſs.

Hingegen nach der Theorie von Dalton, wo jede so für sich existirt, als wenn die andern Luftarten nicht da wären . . . . . 5260,3 Fuſs.
Die geometrische Messung gab . . . 5259,5 Fuſs.

Unterschied 0,8 Fuſs,

2. Die Höhe des Montblanc finden wir nach der alten Theorie zu . . . . . 13717 Fuſs.
Die geometrische Messung gab . . . . 13659 Fuſs.

Unterschied 58 Fuſs.

Hingegen nach der Theorie von Dalton, wo jede so für sich existirt, als wenn die andern Luftarten nicht da wären . . . . . 13687 Fuſs.
Die geometrische Messung gab . . . . 13659 Fuſs.

Unterschied 28 Fuſs.

Die Dalton'sche Theorie gibt also die Barometer-Messung auf dem Monte Gregorio und dem Montblanc ganz genau.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

IV.

Die Theorie über die Geschwindigkeit des Schalles.

1.

Die beständige Zahl.

Wenn man mit dem Finger über den Rand eines Glases mit Wasser streicht, so entsteht ein Ton. Auf diese sehr bekannte Erfahrung beruht die gewöhnliche Glas-Harmonika, bei der die Gläser nicht herumlaufen, sondern feststehen.

Die Höhe oder Tiefe des Tons hängt von der Menge des Wassers in denselben ab, und man stimmt die Gläser höher und tiefer durch Ein- oder Ausgiefsen des Wassers.

In dem Augenblicke, in dem der Ton entsteht, wird die ganze Oberfläche des Wassers mit äufserst feinen Wellen überzogen, welche mit einer aufserordentlichen Geschwindigkeit von dem Rande des Glases gegen die Mitte desselben sich hinbewegen.

Diese rühren von den Schwingungen des Glases her, und diese Wellen pflanzen sich, obschon für unsere Augen unsichtbar, durch die Luft bis in unsere Ohren fort, und erzeugen auf dem Trommel-Felle und in den Gehör-Nerven die Empfindung des Schalles.

Newton zeigt in seinem unsterblichen Werke über die Naturphilosophie, dafs man auf die wellenförmige Bewegung des Schalles in der Luft die Gesetze des Pendels anwenden könne, und dafs hier die beständige Zahl als Pendel-Länge vorkomme.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Biot und Arago haben gefunden, dafs trockne Luft, auf dem 45° der Breite, am Ufer der See, wenn der Wärme-Messer auf dem Gefrier-Punkte, und das Barometer auf 28 Zoll steht, die Luft 10,495mal leichter als Quecksilber ist, und die beständige Zahl ist 24,488 Fufs, wobei die Luft ganz trocken ist. Hat sie aber die gewöhnliche Feuchtigkeit, so ist sie $\frac{1}{10525}$ mal leichter als Quecksilber, und die beständige Zahl ist 24,558.

Auf dem 45° der Breite, ist die Länge des Sekundenpendels 440,4 Par. Linien. Da sich die Quadrate der Schwingungszeiten zweier Pendel gegeneinander verhalten, wie die Länge dieser Pendel, so wird ein Pendel von 24,558 Fufs Länge, zu einer Schwingung 89,62 Sek. gebrauchen, und zu einem Hin- und Hergange 179,24 Sek. Ein Kreis von 24,558 Fufs Radius hat 154,302 Fufs Umfang.

Newton zeigt nun aus der Theorie, dafs in der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge der beständigen Zahl (24558) eine hin- und her gehende Schwingung mache, also in (179,24 Sek.) der Schall in der Luft einen Weg durchlaufe, der so lang sey, als der Umfang des Kreises, von dem jene beständige Zahl, der Radius sey.

Hiernach war also die Geschwindigkeit des Schalles in einer Sek. $\frac{154302}{179,24}$ Fufs = 861 Fufs. Zu gleicher Zeit zeigte Newton, dafs sich in zweien elastischen Flüssigkeiten die Geschwindigkeit des Schalles verhalten müsse, wie die Quadratwurzeln, aus ihren Elasticitäten.

2.

Einflufs durch die Wärme.

Die Wärme der Luft übt einen sehr grofsen Einflufs auf die Fortpflanzungen des Schalles. Auf jeden Grad R. beträgt sie 2,2 Fufs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gay Lüssac hat die Wärme zu $\frac{1}{213,3}$ angenommen Wenn die Luft 10495 mal leichter ist, als Quecksilber, so findet man folgende Zahlen: (Die beständige Zahl ist dann 24488 Fuſs, und die Geschwindigkeit des Schalles für 1 Sek. bei 0° R. 859,4 Fuſs.)

Wärme.	Beständige Zahl.	Fortpflanzung des Schalles.
0 °R.	24488 Fuſs.	859 Fuſs.
1	24603	861
2	24718	863
3	24833	865
4	24948	867
5	25063	869
6	25178	871
7	25293	873
8	25408	875
9	25523	877
10	25638	879
11	25753	881
12	25868	883
13	25983	885
14	26098	887
15	26213	889
16	26328	891
17	26443	893
18	26558	895
19	26673	897
20	26788	899

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

3.

Einflufs der Feuchtigkeit.

Da das spezifische Gewicht des Wasserdampfes zu dem der Luft, nach den neuesten Bestimmungen wie 10 : 16 ist; so ist feuchte Luft leichter, wie trockne; und die Zahl 24,488 Fufs, wird für feuchte Luft gröfser.

Statt die jedesmalige Feuchtigkeit der Luft, durch den Feuchtigkeits-Messer zu bestimmen, ist es wohl besser, dafs man, wie beim Schall, so auch mit den Höhenmessungen, mit dem Barometer macht, und die mittlere Feuchtigkeit für jeden Monat des Jahres bestimmt.

Für 10,000 Fufs Entfernung beträgt diese:

Im Januar	17 Fufs.	Im July	48 Fufs.
— Februar . . .	18 »	— August . . .	48 »
— März	20 »	— September . .	40 »
— April	24 »	— October . . .	27 »
— May	35 »	— November . .	24 »
— Juny	41 »	— Dezember . .	18 »

Die mittlere Feuchtigkeit ist das ganze Jahr 30,8 Fufs auf 10,000 Fufs.

Ich habe gefunden, dafs bei den Versuchen in Düsseldorf, sie 2 Fufs betrug. Nehmlich im Dezember 1809 war es $1\frac{1}{2}$° R. und im Juny 1811 war es 23° R. Die Wärme und die Feuchtigkeit.

Folgende Tafel stellt den Einflufs dar, den die mittlere Feuchtigkeit, auf das Schall-Messen hat.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wärme.	Dichtigkeit der Luft.	Fortpflanzung des Schalles bei mittlerer Feuchtigkeit.
0 ° R.	1 : 10525	861 Fuſs.
1	10574	863
2	10624	865
3	10673	867
4	10723	869
5	10772	861
6	10821	873
7	10871	875
8	10920	877
9	10970	879
10	11019	881
11	11069	883
12	11118	885
13	11160	887
14	11209	889
15	11258	891
16	11315	893
17	11364	895
18	11413	897
19	11462	899
20	11513	901
21	11562	903
22	11611	905
23	11662	907
24	11713	909
25	11762	911

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

4.

Berichtigung der Schwere, in Hinsicht der geographischen Breite.

Die Schwere ist auf dem 45° der Breite = Null, und auf dem 51° der Breite, auf dem Düsseldorf liegt, gleich ÷ 6 Fuſs; wenn die Entfernung 10,000 Fuſs beträgt.

Auf 861 Fuſs in einer Sekunde macht es nur ÷ 0,51 Fuſs. Da wir die Ganzen berechnen, so werden wir einen Fuſs annehmen.

Für die Entfernung von 10,000 Fuſs beträgt diese

Grade der Breite.	Berichtigung.	Grade der Breite.	Berichtigung.
0°	+ 28 Fuſs.	45°	÷ 0 Fuſs.
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

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Folgende Tafel stellt den Einflufs dar, den dieses auf das Schallmessen macht:

Wärme.	Dichtigkeit der Luft.	Fortpflanzung des Schalles bei mittlerer Feuchtigkeit.
0	1 : 10525	860
1	10574	862
2	10624	864
3	10673	866
4	10723	868
	10772	870
6	10821	872
7	10871	74
8	10920	876
9	10970	878
10	11019	880
11	11069	882
12	11118	884
13	11160	886
14	11209	888
15	11258	890
16	11315	892
17	11364	894
18	11462	896
19	11513	898
20		

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5.

Die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Aus den Barometerrechnungen ist bekannt, dafs die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung, auf die beständige Zahl einwirkt, und diese ändert.

Je weiter vom Mittelpunkte der Erde, desto geringer die Schwere; theils wegen der gröfsern Entfernung vom Mittelpunkte, theils des gröfsern Schwunges wegen, da, der Pol ausgenommen, jede Entfernung vom Mittelpunkte, zugleich eine Entfernung von der Achse ist.

Zwei unelastische, und zwei elastische Körper ändern hierdurch nicht das Verhältnifs ihrer spezifischen Gewichte, und dieses bleibt auf dem Chimborasso dasselbe, wie am Ufer der See.

Allein, wenn der eine ein elastischer, und der andere ein unelastischer ist, so ändert es sich. Dieses Verhältnifs zwischen Luft und Quecksilber, bleibt daher nicht dasselbe, und daher ändert sich auch die beständige Zahl, mit der Höhe.

Indefs die Schallversuche, werden gewöhnlich in den Ebenen angestellt, da, wo Menschen wohnen, und menschliche Verhältnisse herrschen.

Die Düsseldorfer Versuche, wurden auf einer Linie angestellt, die nur 200 Fufs über der Oberfläche der See war, und daher ist es auf diese völlig überflüssig.

Wenn man aber in der Schweiz auf hochliegenden Punkten Schall-Beobachtungen anstellte, so würde man der Theorie gemäfs berechnen müssen, welchen Einflufs diese Veränderung der beständigen Zahl, auf die Geschwindigkeit des Schalles ausüben müsse.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Es ist Schade, man hat noch keine vom Rigi- und Pilatusberge, die ungefähr 60000 Fuſs von einander entfernt sind. Der Rigi ist über der See 5529 Fuſs. Der Pilatus 6605 Fuſs. Oder bei Genf vom Salev und dem Mole, welches ungefahr 3 Stunden entfernt ist. Der Salev ist 4257 Fuſs über der See, und der Mole ist 5748 Fuſs über der See. Auf 5000 Fuſs würde der Einfluſs ungefähr 3 Fuſs betragen.

Folgende Tafel gibt die Veränderung der Schwere in Hinsicht der Höhe:

Berghöhe in Fuſs.	Verbesserung in Fuſs.
1000	+ 2,5
2000	4,9
3000	8,0
4000	10,6
5000	14,2
6000	17,8
7000	20,5
8000	24,3
9000	27,3
10000	30,1

6.

Einfluſs der Dalton'schen Theorie.

Nach Dalton leben wir auf dem Boden von 4 verschiedenen Atmosphären, deren jede so für sich existirt, als wenn die 3 andern nicht da wären.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn man sich auch überzeugt hat, dafs die Dalton'sche Theorie keinen Einflufs auf die 166 Fufs hat, welche den alten Streit, zwischen Theorie und Erfahrung machen, so sieht man doch leicht ein, dafs aus ihr eine kleine Correction für die Schall-Versuche entsteht, wenn diese in grofsen Höhen über der See angestellt werden. — Denn auf grofsen Höhen ist das spezifische Gewicht der Luft, nach der Dalton'schen Theorie kleiner, als nach der alten.

Wenn das spezifische Gewicht der
Luft an der Erde . . . . . = 1,0000 ist,
so ist es bei 5000 Fufs . . . . = 0,9990 und
bei 10,000 Fufs . . . . . = 0,9982
blofs wegen der Dalton'schen Theorie, abgesehen von allen andern.

Indefs wird die Veränderung, die hieraus in der beständigen Zahl entstehet, auf die Geschwindigkeit des Schalles nur einen geringen Einflufs üben. Bei den Versuchen in Düsseldorf, war die Entfernung über der See, noch keine 200 Fufs. Aber, wenn die Versuche auf dem Mole und in Salev angestellt würden, so würden sie bei einer Höhe über dem Meere von 5000 Fufs schon 3 Fufs betragen. Diese 3 Fufs müssen abgezogen werden.

Die Dalton'sche Theorie.

Höhe über der See Fufs.	Unterschied in Fufs.
1,000	÷ 3,16
2,000	7,3
3,000	10,1
4,000	13,0
5,000	15,6
6,000	18,4
7,000	20,6
8,000	22,9
9,000	24,4
10,000	25,8

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

7.

Dieses ist eine kurze Uebersicht über die verschiedenen Berichtigungen, die bei der Geschwindigkeit des Schalles in Betracht kommen.

Man sieht, dafs die erste, die wegen der Wärme so bedeutend ist, dafs man sie bei allen Beobachtungen anbringen mufs.

Dann sieht man, dafs die vier letztern, nehmlich über die Feuchtigkeit, über die Berichtigung der Schwere in Hinsicht der geogr. Breite; dann die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung, und, die Dalton'sche Theorie, viel zu unbedeutend sind, dafs sie nicht vernachläfsigt werden. Denn sie betragen nur 1 bis 2 Fufs; und in der Schweiz, wo man bis jetzt keine Schallmessungen hatte, betragen die beiden letztern auf dem Mole, und dem Salev nur drei Fufs, und diese betragen sie, mit entgegengesetzten Zeichen, wo also sehr schwere Schlüsse, für oder gegen die Theorie angewendet werden.

Ich habe diese Untersuchungen auf dem leichten Wege der physikalischen Beobachtungen dieses Problems geführt.

Sie hätten sich eben so leicht in Formeln führen lassen.

Da sie die beständige Zahl, in der Barometer Formal enthalten, und die Dalton'sche Theorie, zu einem vierfachen Ausdrucke derselben führt, so würden diese Formeln ein ungemein gelehrtes und verwickeltes Ansehen bekommen haben; obschon eben nicht grofses in ihnen verborgen gewesen.

Es schien mir daher besser, es zu vermeiden, und eine Sache, die an sich sehr verständlich ist, mit Hülfe

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Algebraischen Zeichen, wie Lessing es nannte, für die Hälfte der Leser es nicht zum Räthsel zu machen.

Im Jahre 1817 habe ich diese Abhandlung der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin überreicht. Herr Professor Ermann, der der beständige Sekretair der Physikalischen Classe ist, las sie vor.

Herr Professor Tralles war gegenwärtig.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

V.

Schall-Versuche in Düsseldorf,

den 3. Dec. 1809 und den 8. Junius 1811.

Bei sehr niedrigen, und bei sehr hohen Temperaturen.

1.

Es sind jetzt zweihundert Jahre her, dafs Gassendi die ersten Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles angestellt, und sie zu 1473 Par. Fufs, in einer Sekunde gefunden hat. Auf ihn folgten Mersenne, welcher diese Geschwindigkeit auf 1380 par. Fufs; die Florentiner Akademisten, welche sie auf 1185 par. Fufs, und Gassendi und Huyghens, die sie auf 1172 par. Fufs bestimmt haben.

Die grofse Verschiedenheit in diesen Bestimmungen, hat ihren Grund in der Unvollkommenheit der Instrumente, deren man sich bei diesen Versuchen bedient, und in der Kleinheit der Standlinien, die man gebraucht hat, bei der die Fehler der Beobachtungen, einen sehr grofsen Einflufs auf das Resultat haben mufsten.

Flamstead und Derhem, welche diese Versuche in England wiederholten, fanden die Geschwindigkeit des Schalles nur zu 1070 par. Fufs, und Le Condamine bestimmte sie aus Versuchen in Cajenne zu 1100 und aus Versuchen in Quito zu 1050 par. Fufs. Diese Versuche waren mit vieler Sorgfalt angestellt worden, und die Resultate nähern sich schon bedeutend der Wahrheit.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Im Jahre 1737 unternahmen die Herren La Caille, Maraldi und Gassini Versuche dieser Art, nach einem weit gröſsern Maaſsstabe, in Frankreich, auf einer Standlinie von 87816 par. Fuſs, und sie fanden die Geschwindigkeit des Schalles zu 1038 bis 1048 par. Fuſs in einer Sekunde. Die Sorgfalt der Beobachter, und die Gröſse der Standlinie lassen glauben, daſs diese Resultate, welche um 400 Fuſs von denen Gassendi's abweichen, die genauesten von allen sind. Die Versuche, welche im Jahre 1778 Kästner und Mayer auf der Göttinger Sternwarte anstellten, haben die Geschwindigkeit des Schalles 1034 bis 1037 par. Fuſs gegeben, und die spätern Versuche, welche ebendaselbst Müller im Jahre 1791 mit der Tertien-Uhr des physikalischen Kabinets unternommen hat, haben sie zu 1040 par. Fuſs angegeben.

Da bei den ersten Versuchen die Standlinien nur etwas über 3000, und die letztern nur etwas über 8000 par. Fuſs lang war, so ist dieses Zutreffen vielleicht nur zufällig, besonders da der constante Fehler der Tertien-Uhr nicht untersucht wurde.

2.

Die Tertien-Uhren von Klindworth, Pfaffius und Lindstedt in Stockholm.

Die Tertien-Uhr, die ich bei den Versuchen über die Umdrehung der Erde hatte, war von Klindworth in Göttingen. Es war die Tertien-Uhr der Sternwarte, welche Kästner und Mayer gebraucht haben, und die mir Herr Hofrath Heyne im Jahre 1802 nach Hamburg schickte, und für die Versuche über die Fallzeiten lieh, die ich im dortigen St. Michaels-Thurme anstellte. Siehe: »Versuche über die Umdrehung der Erde, von J. F. Benzenberg. Dortmund bei den Gebrüdern Mallinkrott. 1804.»

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Uhr ging 24 Minuten, und war in einem kupfernen Gehäuse. In den ersten 12 Minuten war ihr Gang ziemlich regelmäfsig, nehmlich 1″ 5‴ vor mittlerer Zeit. In der 20sten Minute blieb sie aber 1″ 33″ zurück, und in jeder der folgenden Minuten um das Doppelte, Dreifache und Vierfache. Man muste daher alle Beobachtungen mit ihr in den ersten 12 Minuten des Aufzuges anstellen. Aber aufserdem hatte die Uhr einen beständigen Fehler von 9 bis 10 Tertien, welcher durch das Ausheben des Hakens entstand. Diesen muste man von jeder Beobachtung abziehen, um die wahre Zwischenzeit zu finden. Eine solche Uhr ist zu Schallmessungen wenig geeignet.

Huygens hat in seinem Horologium Oscilatorium eine Abhandlung über das rundgehende Pendel. Statt dafs ein Pendel sonst hin und her geht, geht es rund. Diese Art Pendel scheint wenig in Gebrauch gekommen zu seyn, und man findet in Schriften über die Uhrmacherkunst ihrer nur wenig erwähnt.

Der Uhrmacher Herr Pfaffius in Wesel machte ums Jahr 1803 eine Thurmuhr auf dem Schlosse Disfort, bei Wesel. Eine solche Uhr, welche sehr gut geht, kostet 240 Thaler Clevisch, oder 184 Thlr. Preuss. Courant.

Dann machte er noch eine Menge Haus-Uhren mit rundgehendem Pendel, und ich habe eine für das Physikalische Kabinet in Düsseldorf machen lassen. Sie schlägt nicht, und kostet mit der Säule 43 Thaler Preussisch.

Die gleichförmige Bewegung, die hieraus entsteht, liefs mich vermuthen, dafs zu Tertien-Uhren sie eben so sicher angewandt würden, als zu Haus-Uhren. Das Pendel hemmt nicht, wie bei unsern jetzigen Uhren, das Räderwerk durch Entgegenwirken, sondern treibt die Uhr fort, auch wenn sie kein Gewicht hat. Es bleibt dann erst stehen, wenn die Reibung auf den Schneiden, und der Wider-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stand der Luft gegen das Pendel machen, daſs die Bewegung des Pendels aufhört. Unsere jetzigen Pendel-Uhren bleiben gleich stille stehen, sobald ihnen das Gewicht genommen wird. Nicht so diese.

Herr Director Eichelberg in Wesel schrieb mir, »daſs »er einmal gesehen, wie die Uhr Stunden lang ohne Gewicht »gegangen sey; ja, als Herr Pfaffius das Gewicht von 4 »Pfund auf die verkehrte Seite der Walze hing, so habe »das Pendel noch über eine Stunde fortgeschwungen und »das Gewicht gehoben, ehe die Uhr zu einem gänz»lichen Stillstande kam. Die Kugel am Pendel wog bei die»sen Versuchen 5 Pfund.»

Nur haben sie das Unangenehme, daſs die Uhren sehr fest stehen müssen; viel fester als eine gewöhnliche Pendel-Uhr. Zu astronomischen Uhren ist sie seit 25 Jahren nicht angewendet worden. Man muſs bei astronomischen Uhren den Sekundenschlag hören, und dieses ist die Ursache, daſs sie nicht angewendet wird. Uebrigens ist diese Haus-Uhr sehr angenehm, denn man hört gar nicht das Gehen.

Ich lieſs von Herrn Pfaffius eine Tertien-Uhr machen, die halbe Sekunden anzeigte. Sie war $1\frac{1}{4}$ Fuſs hoch, und $\frac{1}{2}$ Fuſs breit, und ihr Pendel wog 5 Pfund. In den Figuren 1, 2 u. 3 Tab. III. sind die 3 Theile, auf denen die Aufhängung beruht, auseinandergesetzt, vorgestellt. Die untere Platte A., liegt auf einem Träger F auf, und hat in ihrer Mitte eine Schneide, auf welcher die Platte B aufliegt, so daſs sie ungehindert rechts und links sich schwingen kann. Auf der mittelsten Platte ruht oben eine an der Pendelstange D E befestigte Schneide, C. C. in einer Furche der Platte B., welche in der Zeichnung durch eine horizontale punktirte Linie ausgedrückt ist, und kann in dieser Furche sich frei vor- und rückwärts schwingen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das Hauptstück der Aufhängung ist die mittlere Platte B., welche Figur 2 im Aufrisse abgebildet ist. Man sieht hier, wie die beiden Einschnitte für die obere und untere Schneide sich in der Mitte kreuzen. Beide gehen bis auf die Mitte der Dicke dieser Platte, und hier, wo die Schneiden sich kreuzen, ist der eigentliche Aufhängepunkt des Pendels. Sowohl die Platte B., als auch die untere Platte A. ist in der Mitte durchbohrt, so dafs die Pendelstange in ihren Schwingungen, von beiden Platten nicht gehindert wird.

Man sieht, dafs diese Aufhängungsart viel Aehnlichkeit mit der Aufhängung des Compasses mit doppelten Bügeln hat.

Indem die Kugel am untern Ende des Pendels sich im Kreise herumschwingt, müssen die beiden Schneiden sich wechselseitig hin- und her wiegen, und die obere Spitze der Pendelstange, mufs dieselbe kreisförmige Bewegung, als unten die Kugel annehmen.

Die Verbindung des Pendels mit dem Räderwerke der Uhr ist in Fig. 3. abgebildet. Sie stellt die obere Spitze der Pendelstange vor, so gezeichnet, als wenn das Pendel im Herumschwingen, und die Uhr im gehen sey, und C. ein Getriebe, dessen Kurbel K. einen Einschnitt hat, in welcher die Spitze S. eingreift. Indem das Pendel herumschwingt, dreht es diese Kurbel K. mit ihr das Getriebe, und durch dasselbe das Räderwerk, welches in das Getriebe greift.

Der krumme Arm bei K. hat inwendig eine Rille. In ihr dreht sich das Pendel. Das Getriebe G. löfst sich um 1 Linie auf, und kommt, wenn das Pendel in Ruhe ist, mitten unter die Achse.

Unten am Boden hat die Uhr drei Schrauben, womit man sie so stellt, dafs das Pendel und die Achse des Getriebes eine grade Linie machen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Diese Tertien-Uhren bleiben immer am Gehen. So wie man den Blitz sieht, drückt man auf den Kopf, und der Tertien-Zeiger fängt an, rasch vorwärts zu gehen. So wie man den Schall hört, läfst man den Finger los, und der Tertien-Zeiger steht wieder stille.

Bei den Versuchen zu Ratingen, 2 Stunden von Düsseldorf, den 8. July 1811, war der Weg zwischen dem Blitz und dem Schall 29 Sekunden 94 Tertien. Der Tag wird in 100,000 Sekunden getheilt, da alles Dezimal ist. Die Sekunden und Tertien stehen stille, wenn nicht beobachtet wird. Ein zweiter Sekunden-Zeiger geht, so wie das Pendel, welches auch ungefähr 1 Stunde gehet. Die Ziffer-Scheibe liegt horizontal.

Ich habe eine Tertien-Uhr fürs hiesige physikalische Kabinet kommen lassen, und zwar im Jahre 1805. Der Preis ist 5 Louisdor. Eine zweite liefs ich 1807 durch den Uhrmacher Herrn Pfaffius machen. Ich schickte diese an das Institut nach Paris, wo der jetzt verstorbene Burkhard Bericht über machte. Als ich sie wieder zurück erhielt, so schenkte ich sie dem General Berthier. Alle diese Uhren sind sehr gut gearbeitet, nur erfordern sie einen festen Stand.

Im Jahre 1824 erhielt ich eine Tertien-Uhr von Lindstedt in Stockholm. Sie hat 1½ Zoll Durchmesser, ist von Silber und kostet 5 Louis'dor. Sie hat Nro. 520, und ein gradlinigtes Echapement. Ich habe sie noch nicht gebraucht, weil durch einen unglücklichen Schufs, den ich am 1. Februar 1824 erhielt, der Schlag mich rührte, und zwar an der rechten Seite.*)

*) Die 5 löthige Kugel einer Waldbüchse fuhr auf 600 Schritt, da ich vor der Scheibe stand, nahe am Hüftknochen vor-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

3.

Den 5. November 1809 wurde hier zu Düsseldorf der Friede durch 50 Kanonenschüsse angezeigt. Ich ging mit einer Tertienuhr, die der Uhrmacher Pfaffius in Wesel verfertigt hat, nach dem Grafenberge, eine Stunde von der Stadt, wo ich eine freie Aussicht auf die Batterie des Eiskellers, bei Düsseldorf, hatte, von der 25 Schüsse geschahen. Die andern Schüsse kamen jenseit der Stadt her, und konnten nicht beobachtet werden. Die ersten Schüsse verfehlte ich, und erhielt nur folgende 15 Beobachtungen.

Den 5. Novbr. 1809.

Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall in Dezimal-Sekunden und Tertien.

Barometerstand 28,2 p. Zoll.

Thermometerstand + 6° R.

Das Wetter war heiter.

Ein schwacher S. O. Wind ging ungefähr unter einem Winkel von 45° gegen die Richtung des Schalls.

Beobachtungszeit, Morgens zwischen 11 und 12 Uhr.

bei. Das Gewehr war nehmlich festgeschraubt. Ich muste, bis die Wunde geheilt war, das Bett hüten, und beschäftigte mich nun mit dem ballistischen Problem. Den 1. März schrieb ich noch an den Feldmarschall, Grafen von Gneisenau einen Brief von 4 Bogen, aber am 4. März rührte mich der Schlag, und zwar an der rechten Seite. Doch war mir der rechte Arm schon 14 Tage vorher gelähmt. Ich mufs meinen Namen links unterschreiben, und ich habe Jemand, der schreibt. Das ist hart, im 47sten Jahre vom Schlage gerührt zu werden. Der Sekretair gab nicht Acht, wo ich stand. Ich stand nehmlich vor der Scheibe, und nicht 50 Schritte davon, wenn geschossen wurde.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1.	Beobachtung	15"	63'''	9.	Beobachtung	15"	80'''
2.	—	15,	53	10.	—	15,	79
3.	—	15,	72	11.	—	15,	78
4.	—	15,	45	12.	—	15,	70
5.	—	15,	90	13.	—	15,	76
6.	—	15,	79	14.	—	15,	91
7.	—	16,	04	15.	—	15,	71
8.	—	15,	90				
	Mittel	15,	74		Mittel	15,	78

Mittel aus beiden 15", 76'''.

Die Uhr theilt den Tag in 10 Mill. Theile. Sie blieb in jeder Minute 31,5 Tertien hinter der Sonnenzeit zurück; dieses macht in 15" 76''' Dezimalzeit 5 Tertien.

Die wahre Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall war also 15" 81''' Dezimalzeit.

Ich hatte einen Spiegelsextanten mitgenommen, und maafs damit die Winkel.

Mit Hülfe dieser Winkel finde ich aus den trigonometrischen Punkten der Landesvermessung, dafs ich von den Kanonen 14241 par. Fufs entfernt war. Da hierbei ein Dreieck sehr stumpfwinklig wurde, so konnte die dritte Seite in demselben nicht mit völliger Sicherheit aus den gegenüberstehenden Winkeln bestimmt werden. Damit hieraus keine Ungewifsheit entspringe, liefs ich nachher diese Seite noch unmittelbar messen, wo sich dann als Endresultat 14241 par. Fufs, für die vom Schalle durchlaufene Linie fanden. Diese Entfernung mit 15", 81''' dividirt, gibt dem Schalle für jede Dezimal-Sekunde 900,7 par. Fufs Geschwindigkeit.

Oder da 15,81 Dezimal-Sekunden gleich sind 13,66 Sexagesimal-Sekunden, so ist $\frac{14241}{13,66} = 1042,5$ par. Fufs; die Geschwindigkeit des Schalles in 1 Sexagesimal-Sekunde, nach dem Mittel aus diesen 15 Versuchen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

4.

Den 2. December 1809 wurden zu Düsseldorf abermals, des Abends vor dem Feste der Krönung, zwischen 5 und 6 Uhr 50 Kanonenschüsse aus drei Sechspfündnern von der Batterie des Eiskellers abgebrannt.

Der Herr Lieutenant Willenberg hatte die Gefälligkeit, die Kanonen selbst in Zwischenzeiten von 1 Minute abzufeuern, so dafs ich Zeit behielt, alle Beobachtungen zu machen, und aufzuschreiben.

Ich hatte mich mit der Tertien-Uhr auf den Ratinger Kirchthurm begeben, von welchem man eine freie Aussicht auf die Batterie des Eiskellers hat.

Die Entfernung des Thurmes von der Batterie berechnete ich aus den Dreiecken der Landesvermessung zu 27927 par. Fufs. Die Kanonen standen ungefähr 50 Fufs von einander entfernt. Die Ladung war $1\frac{1}{2}$ ℔ Pulver. Auf dieses wurden Rasen gestampft, um den Schall zu verstärken.

Da ich im Thurme mit aller Bequemlichkeit beobachten konnte, so suchte ich die Beobachtungen zu summiren; indem ich zwar bei jeder Beobachtung den Stand des Zeigers aufschreiben liefs, ihn aber nicht wieder auf Null stellte, sondern ihn bei der folgenden Beobachtung von der Stelle ab, wo er bei der vorigen war stehen geblieben, fortgehen liefs. Indefs gelingt dieses Verfahren selten durch eine Reihe Beobachtungen, weil, wenn man einmal durch einen falschen Schall getäuscht, die Uhr unrecht andrückt, man nicht allein diese Beobachtung verliert, sondern auch die Reihe unterbrochen wird. Indefs mufs man dieses Summiren doch immer versuchen, weil es die Resultate vermehrt.

Von den 50 Kanonenschüssen erhielt ich 34 Beobachtungen. Die ersten gingen verloren, weil man früher anfing, als ich die Laterne hatte anstecken lassen, mit welcher der Stand der Zeiger mufste erleuchtet und abgelesen werden. Ein Paar Beobachtungen verfehlte ich

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

durch das Schlagen der Thurmuhr, und bei einigen täuschte mich das Geräusch auf der Strafse, besonders das Fahren der Wagen, wodurch ich verführt wurde, einen andern Schall für den Kanonenschufs zu halten, und die Uhr im unrechten Momente anzuhalten. Von den 34 Beobachtungen sind die beiden mit *a* und *b* bezeichneten ungewifs, und man läfst sie vielleicht am besten beim Mittel weg. Indefs wird durch sie das Mittel nur 0,2 Tertien geändert, man mag sie mitnehmen oder weglassen.

Ratingen, den 2. Dec. 1809, Abends zw. 5 u. 6 Uhr. Barometer 27,95 par. Zoll; Therm. + 3°,5 R. Ein ziemlich starker Südwestwind ging mit der Richtung des Schalles. Die Luft war feucht, nachher klärte sich der Himmel auf.

Beob.	Stand der Zeiger.		Zwischenzeit.		Beob.	Stand der Zeiger.		Zwischenzeit.	
	00″	00‴				151″	74‴		
1	30	67	30″	67‴	11	182	90	31″	16‴
2	61	42	30	75	12	213	57	30	67
3	92	45	31	03	13	244	40	30	83
4	123	22	30	77		274	76	30	36
	71	52			14	305	63	30	87
5	102	32	30	80	15	336	54	30	91
6	133	37	31	05	16	367	30	30	76
7	164	40	31	03	17	398	15	30	85
8	195	24	30	84	18	429	12	30	97
	89	71			19	459	99	30	77
9	120	86	31	15	20	490	74	30	75
10	151	74	30	88		Mittel		30″	85‴
	Mittel . . .		30″	90‴					

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Beob.	Stand der Zeiger.		Zwischenzeit.	
	490″	74‴		
21	521	55	30″	81‴
22	552	22	30	67
23	583	08	30	86
24	614	24	31	16
25	645	22	30	98
26	676	50	31	28
27	707	66	31	16
b.	739	00	31	34
	74	68		
28	105	78	31	10
29	136	47	30	69
	83	00		
30	113	92	30	92
31	145	05	31	13
	60	50		
32	91	04	30	54
	Mittel . . .		30″	94‴

Es geben die Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall in Decimalzeit:

Die ersten 10 Beobachtungen . .	30″	90‴
Die folgenden 10 Beobachtungen	30	85
Die folgenden 12 Beobachtungen	30	94
Die 20 Beobacht. von Nr. 9. bis 28 eingeschl. . .	30	90
Mittel aus allen. .	30	89,8
Gang der Uhr . .	+	9,6
Zwischenzeit . .	30″	99‴,4

Der Schall durchlief also in 30″ 99‴,4 Dezimalzeit eine Linie von 27927 par. Fuſs; folglich in einer Dezimal-Sekunde 901 par. Fuſs. Oder da 30″ 99‴ 4 Dezimalzeit gleich sind 26″ 7786 Sexages.-Zeit, so gibt dieses für eine Sekunde, deren 86400 auf einen Sonnentag gehen, die Geschwindigkeit gleich 1043,5 par. Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5.

Am Feste des 3. Decembers wurden des Morgens zwischen 7 und 8 Uhr wiederum 50 Kanonenschüsse abgebrannt. Von diesen beobachtete ich von demselben Standpunkte aus 26. Die ersten gingen verloren, weil ich einige Minuten zu spät in den Thurm kam; das Schlagen der Uhr, und das Läuten zur Messe machten, dafs ich einige der andern überhörte. Das Wetter war sehr still, und die Luft rein, und da noch kein Geräusch auf der Strafse herrschte, so hörte ich die Kanonenschüsse sehr deutlich. Dieser Umstände wegen sind die Beobachtungen welche ich in diesem Morgen erhielt, von allen, die ich über die Geschwindigkeit des Schalles angestellt habe, die genauesten, und können zur Beurtheilung des Grades von Genauigkeit dienen, der sich bei einer grofsen Reihe Schall-Versuche erreichen läfst, welche man mit einer Tertienuhr, die einen Centrifugal-Pendel hat, anstellt. Andere Beobachter sind hierin vielleicht glücklicher; ich, für meine Person, traue mir aber nie, eine engere Fehlergrenze, zwischen den einzelnen Beobachtungen zu, als $\frac{1}{4}$ Sekunde Abweichung vom Mittel.

Ratingen den 3. Dec. 1809 Morgens zwischen 7 und 8 Uhr.

Barometer 28,14 par. Zoll. Therm. + 1,5° R.
Die Luft heiter und windstille.
Der Schall deutlich und scharf.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	00″ 00‴	
1	31 24	31″ 24‴
2	62 10	30 86
3	93 27	31 17
4	124 47	31 20
5	155 40	30 93
6	186 86	31 46
7	218 09	31 23
8	249 48	31 39
9	280 84	31 36
		Mittel 31″ 20‴

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	280″ 84‴	
10	312 06	31″ 22‴
11	343 17	31 11
12	374 35	31 18
13	405 71	31 36
14	436 74	31 03
15	468 01	31 27
16	70 00	
17	101 50	31 50
18	132 64	31 14
	163 79	31 15
		Mittel 31″ 22‴

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	65″ 00‴	
19	96 24	31″ 24‴
20	127 38	31 14
21	158 45	31 17
22	189 44	30 99
23	220 93	31 49
24	252 28	31 35
25	283 49	31 21
26	314 88	31 39
		Mittel 31″ 25‴

Mittel in Dezimal-Zeit aus den			
ersten 9 Beob.	31″	20‴	
zweiten 9 Beob.	31	22	
letzten 8 Beob.	31	25	
Beob. 1 bis 15	31	20	
Beob. 19 bis 26	31	23	
Mittel aus diesen	31″	22‴	5
Gang der Uhr	+	9,	7
	31″	33‴	2

Der Schall durchlief also in 31″ 32‴2 Dezimalzeit eine Linie von 27927 Fuſs. Oder da 31″ 32‴,2 Dez.-zeit gleich sind 27″,0622 Sex. Zeit, so durchlief der Schall in 1 Sek. 1031,9 par. Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

6.

Des Mittags um 11 Uhr erfolgten auf's neue 50 Kanonenschüsse. Allein an der Erde lag ein leichter weifser Nebel, und dieser und der helle Sonnenschein machten es unmöglich, den Blitz der Kanonen zu sehen. Ich sah im Fernrohre nur immer die aufschlagende Pulver-Dampf-Wolke, welche keine genaue Bestimmung gab. Auch folgten die Schüsse so schnell aufeinander, dafs sich die Beobachtungen kreuzen mufsten. Denn wenn zwei Schallwellen zu gleicher Zeit unterwegs sind, irrt man sich zu leicht, indem man nicht weifs, zu welcher Kanone sie gehören.

Des Abends wurden zwischen 5 und 6 Uhr die letzten 50 Kanonenschüsse zum Beschlusse des Festes abgebrannt, und diese folgten wieder in Zwischenräume von 1 Minute aufeinander. Allein ein lebhafter Wind, der unter einem Winkel von 30 bis 40 Grad mit der Richtung des Schalles ging, und das Geräusch auf den Strafsen in Ratingen machte, dafs ich viele dieser Kanonenschüsse gar nicht hörte, und die übrigen waren so schwach, dafs ich mich oft im Loslassen der Uhr irrte. Ich erhielt in allem nur folgende 24 Beobachtungen.

Ratingen den 3. Dec. 1809 Abends zwischen 5 und 6 Uhr.

Barometer 28,16 par. Z. Therm. + 2° R.

Ein lebhafter Wind ging unter einem Winkel von 30 bis 40 Grad mit der Richtung des Schalles.

Der Himmel wurde nachher völlig heiter.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	32″ 53‴	
1	63 93	31″ 40‴
2	94 89	30 96
3	125 97	31 08
4	156 74	30 77
	40 59	
5	71 48	30 89
6	102 60	31 12
7	133 74	31 14
	72 00	
8	103 44	31 44
	Mittel	31″ 10‴

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	19″ 06‴	
9	50 22	31″ 16‴
10	81 54	31 22
11	112 88	31 34
12	144 09	31 21
13	175 03	30 94
14	206 12	31 09
15	237 14	31 02
	1 00	
16	31 99	30 99
	Mittel	31″ 13‴

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	31″ 99‴	
17	62 73	30″ 74‴
18	93 77	31 04
	125 41	
19	156 87	31 46
20	188 16	31 29
21	219 39	31 23
22	250 90	31 51
23	282 02	31 12
24	313 27	31 25
	Mittel . . .	31″ 20‴

	Dez. Z.
Mittel aus den ersten 8 Beob. . .	31″ 10‴
Aus den zweiten 8 Beob.	31 13
Aus den dritten 8 Beob.	31 20
Nr. 9 bis 15 . .	31 15
Nr. 19 bis 24 . .	31 31
Mittel aus allen .	31″ 18‴
Gang der Uhr . .	+ 9, 7
	31″ 27, 7

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Schall durchlief also in 31″ 27,7″ eine Linie von 27927 par. Fuſs; also in 1 Dez. Sek. 894 par. Fuſs. Oder da 31″ 27,7‴ Dez. Zeit gleich sind 27″ 019 Sek. Sex. Zeit, so gibt dieses für den Schall eine Geschwindigkeit von 1033 par. Fuſs in 1 Sek.

Der Grund von dieser Abweichung liegt in einem constanten Fehler des Gehörs, den man jedesmal begeht, wenn der Schall so schwach ist, daſs man ihn kaum von einem andern Geräusche unterscheiden kann. Dieses war die Ursache, warum er an diesem Tage 1033 Fuſs ging; indeſs er am vorigen Tage, wo das Thermometer 1½ Grad mehr zeigte, 1043 par. Fuſs gab. In der Ungewiſsheit in der das Ohr ist, ob der Schall, welchen man hört, der erwartete Schall wirklich ist, oder nicht, läſst man die Tertienuhr jedesmal zu spät los, indem man nicht den Anfang der Schallwelle beobachtet; sondern den Theil derselben, der mehr nach dem Ende zu, und der stärker als der Anfange-Schall ist. Auf dieselbe Weise fand ich den 9. Juni 1811 die Geschwindigkeit des Schalles aus 7 Beobachtungen auch um 11 Fuſs zu klein, weil der Schall an diesem Tage so schwach war, daſs man ihn kaum hören konnte.

7.

Die vorigen Schall-Versuche hatte ich bei ganz niedriger Temperatur gemacht.

Den 3. Dez. 1809 war das Thermometer nur 1°,5 R.

Ich will jetzt die Versuche mittheilen, die ich auf derselben Standlinie machte, und die mit zu den heiſsesten des Jahres gehören, nehmlich am 8. Juni, wo das Thermometer 23° stand. Es war ein glückliches Zusammentreffen, daſs dieser Tag gerade der Vorabend vom Feste war, welches man wegen der Taufe des Königs von Rom feierte, (des jetzigen Herzogs von Reichstadt) und an dem von der Batterie des Eiskelles 200 Kanonenschüsse abgefeuert wurden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ratingen, den 8. Juni 1811, Abends zwischen 6 u. 7 Uhr.

Die Luft war heiter. Um 2 Uhr stand der Wärmemesser im Schatten auf 25° R. Die Tertienuhr war von Pfaffius in Wesel, und auf dieselbe Weise gebaut, wie die des physikalischen Kabinets, welche bei den Versuchen im Jahre 1809 gebraucht wurde. Es war dieselbe Uhr, welche der Künstler dem National-Institute vorgelegt hatte.

Zwischenzeit zwischen Blitz und Schall in Dezimal-Sekunden und Tertien.

Das Barometer stand zu Düsseldorf 28,14 p. Zoll. Das Thermometer zeigte 22°,5 R., und im Ratinger Thurm zeigte es 22° im Schatten. Der Wind war schwach auf Südost, und beinahe senkrecht auf die Schall-Linie.

Die 19 ersten Beobachtungen waren vom Trigonometer Windgassen.

Beobachtungen bei 22°,5 R.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	50″75‴	
1	80, 55	29″ 80‴
2	110, 43	29, 88
3	140, 34	29, 91
4	170, 7	29, 73
5	199, 84	29, 77
6	229, 68	29, 84
7	259, 50	29, 82
8	289, 43	29, 93
9	319, 29	29, 86
Die ersten 9 =		29, 83
Die zweiten 10 =		29, 86
Die ersten 9 zusammen . . =		29, 84
Im Mittel		29, 84
Gang der Uhr . .		+ 9, 4
Wahres Mittel .		29, 93, 4
oder in Sex.-Zeit.		25″, 862.

Beobachtungen bei 22°,5 R.

Beob.	Stand der Zeiger.	Zwischenzeit.
	19″ 29‴	
10	49, 29	30″, 00‴
11	79, 19	29, 90
12	109, 2	29, 83
13	138, 72	29, 70
14	68, 58	29, 86
15	98, 72	30, 14
16	128, 50	29, 78
17	58, 34	29, 84
18	88, 21	29, 73
19	118, 12	29, 81
		29, 86

Die Standlinie = 27927 Fuſs.

Also die Geschwindigkeit des Schalles ist in einer Sekunde Sexagesimalzeit 1079,8 Fuſs bei 22°,5 R.

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Beobachtungen von Benzenberg.

Beob.	Stand der Zeiger.		Zwischenzeit.	
	48″	65‴		
1	77	48	29″	83‴
2	107	31	29	83
3	67	27	29	96
	67	27		
4	97	12	29	85
5	126	81	29	69
6	156	78	29	97
7	186	56	29	78
8	216	42	29	86
9	246	22	29	80
	6	20		
10	36	8	29	88
11	65	91	29	83
Im Mittel . . .			29	84

Im Mittel . . 29, 84
Von der 4ten bis zur 9ten Beobachtung . 29, 82

Im Mittel . 29, 83
Gang der Uhr + 9, 4

Im Mittel . 29, 92, 4 Dez. od. 25″, 854 Sexagesimalzeit.

Die Standlinie war 27927 par. Fuſs; also die Geschwindigkeit des Schalles in einer Sekunde Sexages. Zeit 1080 Fuſs in einer Sekunde bei 22°, 2 R.

Die ersten 19 Beobachtungen wurden vom Trigonometer Windgassen angestellt. Es waren die ersten Schallversuche, welche er machte. Man sieht an ihnen, wie leicht es ist, mit Tertienuhren zu beobachten. Die übrigen 20 Kanonenschüsse gingen theils durch Geräusch auf der Straſse, theils durch Uhrenschlagen verloren.

Den 9. Juni wurden des Morgens um 9 Uhr wieder 50 Kanonenschüsse abgebrannt. Allein es war ein so starker Gewitterregen, daſs es unmöglich war, den Blitz der Kanonen zu sehen.

Gegen Mittag wurde der Himmel wieder heiter. Die Luft aber war noch voll Dünste.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Schall war im Geräusche der Strafse nur sehr schwach zu hören, und die meisten von den 50 Kanonenschüssen, welche zwischen 11 und 12 Uhr abgebrannt wurden, gingen verloren. Wir erhielten nur folgende 10 Beobachtungen.

Ratingen, den 9. Juni 1811, zwischen 11 und 12 Uhr Mittags. Temp. 10° R. Der Wind war beinahe senkrecht auf die Standlinie.

1. Beobacht.	30″	78‴	Dez.
2. —	30,	72	
3. —	30,	82	
4. —	30,	00	
5. —	30,	75	
6. —	30,	63	
7. —	31,	07	
8. —	30,	63	
9. —	30,	87	
10. —	30,	85	

Mittel aus 8 Beobacht. nach Auslassung von Nr. 4 u. 7
30″ 75‴ 6 Dez.
Gang d. Uhr + 9, 6

Wahres Mittel 30,852 Dez.
= 26,66 Sex.

Also Geschwindigkeit des Schalles in 1 Sek. = 1048 par. Fufs bei 10° R.

Des Abends zwischen 6 und 7 Uhr wurden wieder 50 Kanonenschüsse abgebrannt. Der Schall war aber so äufserst schwach, dafs nur selten eine Beobachtung gelang, und selbst bei dieser war man noch oft ungewifs, ob man den Schall wirklich gehört habe, oder nicht.

Ratingen, den 9. Juni 1811, Abends zwischen 6 und 7 Uhr. Die Wärme war $15\frac{1}{2}$° R.

1. Beobacht.	30″	80‴ Dez.
2. —	30	
3. —	30	
4. —	30	
5. —	31	
6. —	30	
7. —	30	
8. —	30	

Mittel aus 7 Beobacht. mit Auslassung von Nr. 5.
30″ 62‴ 4 Dez.
Gang der Uhr 9, 6

Wahres Mittel 30″ 72‴ Dez.
= 26″ 54‴ Sex.
Standlinie = 27927 Fufs.

Also Geschwindigkeit des Schalles 1051 par. Fufs in 1 Sek. bei $15\frac{1}{2}$° R.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

8.

Wenn wir die Beobachtungen am 3. Decbr. 1809, die des Morgens zwischen 7 und 8 Uhr bei 1,°5 R. und bei völliger Windstille gemacht wurden, mit denen zusammenstellen, welche am 8. Juni 1811 ebenfalls bei schwachem Winde, der senkrecht auf die Richtung des Schalles kam, angestellt wurden, so haben wir folgende Ergebnisse:

3. Decbr. 1809. Geschw. d. Sch. bei 1 °,5 R. = 1031,9 p. Fuſs.
8. Juni 1811. Geschw. d. Sch. bei 22 °,5 R. = 1079,8 p. Fuſs.
22 °,2 R. = 1080,0 p. Fuſs.

Da die Luft unter dem 51 G. der Breite und 150 Fuſs über der See bei mittlerer Feuchtigkeit, und bei dem Barometerstand von 28 Zoll ungefähr 10525 mal leichter ist, als Quecksilber, wenn beide auf dem Eispunkte sind, und da die Luft sich bei jedem Gr. R. um $\frac{1}{213}$ ausdehnt. so ist sie

bei 1°,5 R. um 10600 mal	leichter als Quecksilber von derselben Temperatur.
bei 22°,2 R. um 11623 mal	
bei 22°,5 R. um 11638 mal	

Da nach Newton sich die Geschwindigkeit des Schalles verhält, wie die Quadratwurzeln aus den Elasticitäten, und da diese sich bei derselben elastischen Flüssigkeit umgekehrt verhalten, wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten, so ist es leicht die Geschwindigkeit zu berechnen, welche der Schall hat, wenn die Luft auf dem Eispuncte ist.

Es geben diese Geschwindigkeit des Schalls für den Eispunkt:

Die Beobachtungen bei	1 °,5 R.	zu	1028,4	p. Fuſs.
» » »	22 °,7 R.	zu	1026,2	» »
» » »	22 °,4 R.	zu	1026,5	» »
Das Mittel aus ihnen ist			1027,0	p. Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Setzt man die Geschwindigkeit des Schalles auf 1027 par. Fuſs, so ist man also sicher, daſs man sich um keine 2 Fuſs irre.

Und diese 2 Fuſs stecken nicht in der Uhr, sondern in der Temperatur. Es ist ungemein schwer, die Temperatur für die Schallinie auf 2 Stunden, bis auf einen halben Grad sicher zu finden, und 0°,5 beträgt 1,2 Fuſs.

Die französischen Akademiker fanden die Geschwindigkeit des Schalles für den Eispunct zu 1026,6 par. Fuſs. Man sieht aus dieser Uebereinstimmung, welcher Genauigkeit die Schallversuche fähig sind, die auf groſsen Standlinien mit guten Instrumenten angestellt werden. Es ist zu wünschen, daſs man in Zukunft in den Lehrbüchern der Physik die Geschwindigkeit des Schalles nicht mehr so ins Unbestimmte zu 1038 Fuſs angebe, ohne der Temperatur zu erwähnen, von der man redet, da diese Geschwindigkeit eine so scharf bestimmte Gröſse ist.

Da durch diese Beobachtungen das Newton'sche Gesetz, daſs sich die Geschwindigkeit des Schalles bei verschiedenen Wärmegraden verhält, wie die Quadratwurzeln aus den Elasticitäten, die zu diesen Wärmegraden gehören, vollkommen bestätigt ist, so ist es leicht eine Tafel zu berechnen, welche die Geschwindigkeit des Schalles für jede Temperatur angibt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tafel über die Geschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Temperaturen.

Wärme.	Dichtigkeit der Luft.	Geschw. des Schalles.	Wärme.	Dichtigkeit der Luft.	Geschw. des Schalles.
0° R.	1 : 10525	1027,0 p.F.	16° R.	1 : 11315	1064,7 p.F.
1	10574	1029,3	17	11364	1067,0
2	10624	1031,8	18	11313	1069,6
3	10673	1034,2	19	11462	1071,6
4	10723	1036,5	20	11513	1074,0
5	10772	1038,9	21	11563	1076,3
6	10821	1041,2	22	11613	1078,6
7	10871	1043,7	23	11662	1080,9
8	10920	1046,0	24	11712	1083,2
9	10970	1048,4	25	11761	1085,5
10	11019	1050,7	26	11810	1087,8
11	11069	1053,1	27	11859	1090,1
12	11118	1055,4	28	11908	1092,3
13	11160	1057,4	29	11957	1094,6
14	11290	1059,8	30	12007	1096,9
15	11258	1062,0			

Folgendes ist der Stand der Beobachtung vom 3. Decbr. 1809 bei 1°,5 R., und vom 8. Juli 1811 bei 22°,5 R. und nachher bei 22°,2 R.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Den 3. December 1809. 1°,5 R.	Decimal-Secunde.	Sexagesimal-Secunde.	Länge der Schallinie 27927 p. F. in 1 Sec.
1. Die ersten 9 Beob.	31″, 29,7‴	27″, 0406	1032,7 p. F.
2. Die zweiten 9 Beob.	31, 31,7	27, 0579	1032,1
3. Die letzten 8 Beob.	31, 34,7	27, 0838	1031,1
4. Beob. von 1 — 15.	31, 29,7	27, 0406	1032,7
5. Beob. von 19 — 26.	31, 32,7	27, 0665	1031,7
6. Alle zusammen . . .	31, 33,2	27, 0708	1031,6
Den 8. Juni 1811, 22°,5R.			
7. Die ersten 9 Beob.	29″, 92,4‴	25,″8543	1080,2 p.F.
8. Die zweiten 10 Beob.	29, 95,4	25, 8803	1079
9. Die ersten 9 zusam.	29, 93,4	25, 8630	1079,8
10. Alle zusammen . .	29, 93,4	25, 8630	1079,8
11. Die 11 zusammen	29, 93,4	25, 8630	1079,8
12. Von der 4—9. Beob.	29, 91,4	25, 8457	1080,5
13. Alle zusammen . .	29, 92,4	25, 8543	1080,2

Die Akademiker vom Jahre 1737 fanden die Länge der Beobachtungslinie von 87816 par. Fuſs und 1038 par. Fuſs für 1 Sekunde und 5 Grad.

9.

Vergleichen wir diese Tabelle mit den Beobachtungen, so finden wir folgendes:

1. Für die Temper. von 1°,5 gibt d. Tab. = 1030,8 p. Fuſs.
Die 9 ersten Beob. vom 3. Dez. 1809 gaben = 1032,7 »

Unterschied = + 1,9 p. Fuſs.

2. Für die Temper. von 1°,5 gibt d. Tab. = 1030,8 p. Fuſs.
Die zweiten 9 Beobachtungen vom 3. Dez.
1809 geben — — — — = 1032,1 »

Unterschied = + 1,3 p. Fuſs.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

3. Für die Temp. von 1°,5 gibt die Tab. = 1030,8 p. Fuſs.
Die 8 letzten Beob. v. 3. Dez. 1809 geben = 1031,1 »

Unterschied = + 0,3 p. Fuſs.

4. Für die Temp. von 1°,5 gibt die Tab. = 1030,8 p. Fuſs.
Von der ersten bis zur 15. Beobachtung
vom 3. Dez. 1809 — — — = 1032,7 »

Unterschied = + 1,9 p. Fuſs.

5. Für die Temp. von 1°,5 gibt die Tab. = 1030,8 p. Fuſs.
Aus den zweiten Beobachtung. von 19—26
vom 3. Dez. 1809 — — — 1031,6 »

Unterschied = + 0,9 p. Fuſs.

6. Für die Temp. von 1°,5 gibt die Tab. = 1030,8 p. Fuſs.
Alle zusammengenommen v. 3. Dez. 1809 = 1031,6 »

Unterschied = + 0,8 p. Fuſs.

7. Für die Temp. von 22°,5 gibt die Tab. = 1080,0 p. Fuſs.
Die ersten 9 Beob. vom 8. Juny 1811 = 1080,2 »

Unterschied = ÷ 0,2 p. Fuſs.

8. Für die Temp. von 22°,5 gibt die Tab. = 1080,0 p. Fuſs.
Die zweiten 10 Beob. v. 8. Juny 1811 geben = 1079,8 »

Unterschied = ÷ 0,2 p. Fuſs.

9. Für die Temp. von 22°,5 gibt die Tab. = 1080,0 p. Fuſs.
Die 9 ersten zusammen v. 8. Juny 1811 = 1079,8 »

Unterschied = ÷ 0,2 p. Fuſs.

10. Für die Temp. von 22°,5 gibt die Tab. = 1080,0 p. Fuſs.
Alle Beob. zusammen vom 8. Juny 1811 = 1078,8 »

Unterschied = ÷ 0,2 p. Fuſs.

11. Für die Temp. von 22°,2 gibt die Tab. = 1079,0 p. Fuſs.
Die 11 Beob. vom 8. Juny 1811 geben = 1079,8 »

Unterschied = + 0, »

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

12. Für die Temp. von 22°,2 gibt die Tab. = 1079,0 p. Fufs.
Von der 4. bis zur 9. Beobachtung vom
8. Juny 1811 — — — — = 1080,5 »

Unterschied = + 1,5 p. Fufs.

13. Für die Temp. von 22°,2 gibt die Tab. = 1079,0 p. Fufs.
Alle zusammen angestellt d. 8. Juny 1811 = 1080,2 »

Unterschied = + 1,2 p. Fufs.

Die Akademiker fanden im Jahre 1737 bei der Länge der Beobachtungs-Linie von 87816 par. Fufs die Geschwindigkeit des Schalles zu 1038 p. F. für eine Secunde und für eine Temp. von 5°. Die Tab. gibt 1038 p. Fufs.

Man sieht also aus dieser Vergleichung, dafs die Tabelle jedesmal die Geschwindigkeit des Schalles bis auf 2 Fufs genau angeben wird, wenn die Luft ruhig, und man ihre Wärme bis auf 0°,5 kennt.

Man kann es nicht oft genug wiederholen, dafs die letzten Feinheiten nicht in der Uhr, sondern im Thermometer stecken, und dafs 0°,5 R. schon 1,2 par. Fufs auf 1 Secunde macht.

10.

Herr Laplace hatte schon früher den Wunsch geäufsert, dafs man die Schallversuche der Akademiker, einmal bei sehr hohen, und sehr tiefen Temperaturen wiederholen möge. Es war mir sehr angenehm, dafs ich den Wunsch dieses grofsen Physikers erfüllen konnte.

Uebrigens sind diese Versuche, über die Geschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Temperaturen nicht die ersten. Bianconi stellte schon ähnliche, im Jahre 1740 auf der Festung Urbana an. In der Nacht vom 19. August 1740 wurden in der Festung 4 Kanonen abgebrannt, welche

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

er mit einigen seiner Freunde in einem 30 italiänischen Meilen entfernten Kloster, beobachtete.

Sie beobachteten die Zeit an einem Pendel; der Schall traf mit der 76. Sekunde ins Ohr. Das Thermometer stand auf 28° R. (?) Den 7. Februar 1740 wiederholten sie diese Versuche. Das Thermometer stand auf 1°,2, und der Schall durchlief die Linie in 78½ Sec. Hieraus schlossen sie sehr richtig, dafs die Geschwindigkeit des Schalles im Sommer gröfser sei, als im Winter.

Nach unserer Tafel ist die Geschwindigkeit des Schalles für ÷ 1°,2 R. = 1024 par. Fufs. Er durchlief also in 78½ Sec. 80384 par. Fufs. Bei 28° war die Geschwindigkeit 1092 Fufs. Er durchlief also in 76 Sec. 82992 par. Fufs; also 2608 Fufs mehr. Dieses setzt entweder einen Beobachtungsfehler von 2½ Sec. der Dauer der Zeit voraus, oder einen Fehler in der Angabe der Temperatur von 28° ein Druck oder Schreibfehler, da in Italien des Nachts diese Temperatur wohl nie statt findet; vermuthlich soll es wohl 18° heifsen.

Den 12. Februar stellte Bianconi Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles im Nebel an. Da man das Abfeuern nicht sehen konnte, so hatte er eine Kanone ins Kloster bringen lassen. In dem Augenblicke, da man den Schufs der Kanone in der Festung hörte, brannte Bianconi in der Festung eine zweite Kanone ab, und man fand, dafs der Schall 157 Secunden zum Hin- und Hergange gebrauche; also 78½ Secunden zum Hingange. Das Thermometer stand auf dem Gefrierpunct, und die Beobachtungen stimmten also sehr nahe mit denen am 7. Februar überein; woraus man schlofs, dafs der Nebel auf die Geschwindigkeit des Schalles keinen Einflufs habe. (S. Systematische Darstellung aller Erfahrungen in der Naturkunde, von R. Mayer. I. Theil 3r Band S. 140.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

11.

Die Schall-Linie war 27927 Fuſs lang, und doch konnte man zur Zeit den Schall gar nicht hören, und zur Zeit wieder ganz gut. Woher kommt dieses? Die Kanonen waren Sechspfündern, und wie gewöhnlich mit $1\frac{1}{2}$ ℔. Pulver geladen. An der Ladung lag es also nicht.

20 bis 30,000 Fuſs ist für eine Schalllinie hinlänglich. Die Commission in Paris, die im Jahre 1822 die Versuche machte, über das Hin- und Hergehen des Schalles, hatte eine Linie von 57297 par. Fuſs. Diese Linie ist etwas groſs. Auch hörten sie die Schallwellen nicht alle. Sie hatten 48 Kanonenschüsse, von denen sie nur 27 beobachteten, und 21 gingen verloren.

Ich hatte den 2. und 3. September 1809 200 Kanonenschüsse, und den 8. und 9. Juny 1811 wieder 200 Kanonenschüsse.

Von diesen 400 Kanonenschüssen habe ich nur 121 beobachten können, und von diesen waren nur 55, die beim Mittel gebraucht wurden. Nemlich 26 den 3 Dez. 1809, und 29 den 8. Juny 1811. Bei den andern ging der Wind mit oder gegen den Schall.

Die Commission hat die 14 Kanonenschüsse genommen, die den 21. Juny 1822 auf beiden Beobachtungspunkten waren abgefeuert worden, und daraus für Null-Grad 1019 par. Fuſs die Schallgeschwindigkeit festgesetzt.

Die 13 Kanonenschüsse hingegen vom 2. July 1822 hat sie nicht mit aufgenommen. Dieses ist Unrecht. Da der Wind = 0 war, so musten auch alle mit angegeben werden.

Nimmt man alle 27 Versuche, so ist:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den 21. Juny 1822	1019 Fuſs.
» 2. July »	1027 Fuſs.
Also das Mittel	1023 Fuſs.

Herr von Humboldt hat die besten gemacht. Dann Gay Lussac und Bouvard. Eigentliche Tertienuhren scheinen die Beobachter nicht gehabt zu haben, da bloſs von zehntel Sekunden geredet wird, und von keinen Tertien. Doch kann man hierüber nicht bestimmt urtheilen, da weder die Uhren, noch die Art der Beobachtungen näher sind beschrieben worden.

Das Ganze steht im Journal de Physique von Gay Lussac und Arago, July 1822, Seite 210.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

VI.

Vergleichung der Dalton'schen Theorie mit den Schallversuchen.

1.

Die Theorie gibt die Geschwindigkeit des Schalles zu 861 Fuſs in 1 Sec. an. Die Erfahrung gibt sie zu 1027 Fuſs in 1 Sec. an. Also 166 Fuſs Unterschied.

Die verschiedene Meinungen, welche Newton, Euler, La Grange und Laplace geäuſsert haben, um diese Geschwindigkeit zu erklären, beweiset die Schwierigkeit dieser Aufgabe. Die Dalton'sche Theorie von den 4 verschiedenen Atmosphären, scheint auf den ersten Anblick diesen Umstand ganz gut zu erklären. Denn, wenn jede Atmosphäre so für sich existirt, als wenn die 3 übrigen nicht da wären, so muſs auch jede den Schall für sich allein fortpflanzen, und er muſs in der Wasserdampf-Atmosphäre, am geschwindesten gehen, weil diese die leichteste ist. Da nach Herrn von Saussure das Gewicht des Wasserdampfes, sich zu dem, der atmosphärischen Luft verhält, wie 7 : 10, so gibt diesès eine Geschwindigkeit des Schalles in der Wasserdampf-Atmosphäre, von 1027 Fuſs, gerade so, wie wir sie beobachten.

Folgendes Täfelchen gibt eine Uebersicht, über die Geschwindigkeit des Schalles, in den verschiedenen Luftarten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	Beständige Zahl als Pendellänge.	Dauer eines Hin- und Herschwunges.	Umfang des Kreises, dessen Halbmesser die beständige Zahl ist.	Geschwindigkeit des Schalles in einer Sekunde.
	Fuſs.	Sek.	Fuſs.	Fuſs.
Wasserdämpfe	34984	213,90	219810	1027,6
Stickluft . .	25270	181,80	158776	873,4
Sauerstoffluft	21966	169,50	138075	814,5
Kohlens. Luft	16326	146,12	102479	701,3
Trockne Luft	24488	178,96	153863	859,7
Feuchte Luft	24599	179,36	154560	861,7

2.

Ich lieſs den 5. August 1811 den Trigonometer Windgassen mit der Tertienuhr nach Gerresheim gehen, um die Schallwellen zu beobachten, die am Geburtstage des Kaisers Napoleon's Statt fanden. Es waren ihrer jedesmal 25 Kanonenschüsse, welche aus Sechspfündern geschahen, und mit $1\frac{1}{2}$ Pfund Pulver geladen waren. Die Länge der Standlinie war von Düsseldorf bis Gerresheim 14241 par. Fuſs; und da es übrigens auf der Haide still war, so gelangen die Beobachtungen gut. Herr Windgassen bestimmte die Dauer zwischen den vordern und hintern Randen der Schallwellen auf $2\frac{1}{2}$ Secunde. Das Rollen des Schalles an den Hügeln und Waldungen des Rheinthals, dauerte aber viel länger. Dieses sind zurückgeworfene Schallwellen, welche immer später ankommen, weil sie einen gröſsern Weg zu machen haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wasserdampf in	13,9 Sec.	Unterschied
Stickluft in . .	16,3 Sec.	2,4 Sec.
Sauerstoffluft in	17,5 Sec.	1,2

Dauer der Schallversuche nach der Theorie 3,6
nach der Erfahrung 2,0

Also Unterschied 1,6 Sec.

Die Atmosphäre der kohlens. Luft ist wohl zu dünn, als dafs sie den Schall fortpflanzen könnte, da sie das Barometer, nur auf 0,0278 Zoll hält.

Aber warum in Ratingen, wo die Linie noch einmal so grofs war, keine 3 Secunden?

Und warum geben unsere Blasinstrumente keinen dreifachen Ton, wenn die Dalton'sche Theorie die richtige ist?

Der in dem Wasserdampf erzeugte Ton, müste der höchste sein; dann käme der in der Stickluft, und endlich der in der Sauerstoffluft, als der tiefste. Ihr Unterschied müste 1 bis $1\frac{1}{2}$ Töne betragen. Und doch hören wir bei der Pfeiffe nur immer Einen Ton.

3.

Im Jahre 1814, wo ich in Bremen war, hatte ich das Vergnügen, vom Doctor Olbers eine Vorlesung über die Schallversuche zu hören, die er im dortigen Museum hielt.

»Scharfsinnige Physiker, sagte dieser Naturforscher, »glaubten den Grund der beobachteten Abweichung von »166 Fufs in der Theorie von Dalton zu finden.

»Denn bei den Wasserdämpfen, die so für sich »existiren, als wenn keine andere Luftarten da wären,

»diese müssen die Geschwindigkeit mit 1027 Fuſs fort»pflanzen.

»Die Stickluft pflanzt sie mit 873 Fuſs fort. Die »Sauerstoffluft mit 814 Fuſs. Und die Kohlens. Luft mit »701 Fuſs, wenn diese nicht so klein wäre, daſs das Baro»meter nur 0,003 Zoll steht.

»Ich gestehe es, daſs diese Erklärung anfangs sehr »viel Wahrscheinlichkeit für mich hatte; doch halte ich »jetzt diese Meinung für unrichtig; obschon ich die Theo»rie von Dalton über die Mischung verschiedener Luft»arten nicht bestreiten will. Denn Dalton's Ver»suche scheinen mir sehr überzeugend.

»Warum ich mich gegen sie erkläre, hat in Folgen»dem seinen Grund:

1. »Bei der Fortpflanzung des Schalles, kommt es »nur auf die mittlere Elasticität des Gemenges, nicht auf »die Elasticität jeder einzelnen Luftarten an, und die »Schwingungen der Theilchen des Wasserdampfes müssen »sich so gut denen des Sauerstoffes mittheilen, als denen »des Wasserdampfes, und so umgekehrt. Man kann hier »denselben Beweis wiederholen, den Euler gegen Mairan »geführt hat, der auch die Luft aus Theilchen von ver»schiedenen Elasticitäten zusammensetzen will.

2. »Bei ruhiger See müste man, wo keine Re»flexion des Schalles ist, einen dreifachen hören.

3. »Wenn auch der Schall in den Dämpfen die ge»forderte 1027 Fuſs gibt, so geht er doch durch die Stick»luft und Sauerstoffluft viel geschwinder, als es der Theo»rie nach geschehen sollte.

4. »Wie ist es möglich, daſs eine so dünne Was»serdampf-Atmosphäre, die das Barometer auf 0,42 Zoll »hält, der Schall auf irgend einer Distanz noch hörbar

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

»fortgepflanzt werden kann? Bei Biot's Versuchen, im Oc»tober 1807 zu Arceuil; wenn der Ton in Wasserdämpfen »war, nur dann im Ballon hörbar war, wenn man »sich zu ihm hinbückte. Die Temperatur war 19°,6. »Bei 45 Fuſs hörte man den Schall schon vor der Thüre. »Aber wenn gewöhnliche atmosphärische Luft im Zimmer »war, so hörte man ihn 450 Fuſs weiter.

»Wenn aber die angeführte Ansicht richtig wäre, so »könnte man den Schall durch die Wasserdämpfe nur auf »kleinen Entfernungen hören, auf groſsen aber nicht, da »hörte nur ihn die Stick- und Sauerstoffluft-Atmosphäre, »und der Schall müste auf groſsen Entfernungen langsamer »gehen, als auf kleinen.

»Dieses ist gegen die Erfahrung.»

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

VII.

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in Stickluft, Sauerstoffluft, Kohlensaureluft und Wasserstoffluft.

1.

Newton hat in seinen Principiis gezeigt: »Dafs die »Geschwindigkeit des Schalles in zwei elastischen Flüssig»keiten sich bei gleichen Wärmegraden, gerade verhalten »müsse, wie die Quadratwurzeln, aus den spezifischen Elas»ticitäten dieser Flüssigkeit«

Kennt man daher, die spezifische Elasticität einer Flüssigkeit, in Beziehung auf eine andere, so kennt man auch die Geschwindigkeit des Schalles in ihr, sobald die in der andern bekannt ist. Und kennt man umgekehrt die Geschwindigkeit des Schalles in zwei Flüssigkeiten, so kennt man auch das Verhältnifs ihrer beiderseitigen spezifischen Elasticitäten.

Die Naturforscher haben lange geglaubt, dafs das spezifische Gewicht der verschiedenen Luftarten allein von ihrer spezifischen Elasticität abhänge, und dafs in demselben Grade der Schall in ihnen geschwinder gehen müsse, in welchem sie leichter sind. Dieses ist wohl ein Irrthum. Denn, wenn das wäre, so würde, wenn man die Luftarten bis auf eine Temperatur erniedrigen könnte, wo sie aufhörten elastisch zu sein, das spezifische Gewicht von allen gleich grofs sein, und ein Cubicfufs fester Sauerstoffluft, genau so viel, wie ein Cubicfufs Wasserstoffluft wiegen müssen; ein Satz, den wohl niemand behaupten wird.

Das spez. Gewicht einer Luftart hängt von zwei verschiedenen Gröfsen ab.

1. Von dem spez. Gewichte der kleinsten Theilchen, die ihre Basis ausmachen; und

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

2. von ihrer spez. Elasticität, welche die Entfernung dieser kleinsten Theilchen von einander bestimmt; und zugleich die Anzahl, die in einem Cubicfuſs enthalten ist. Von ihrer spezifischen Elasticität hängt zwar am meisten ihr spez. Gewicht ab; aber nicht allein; und man wird sich daher immer mehr oder weniger irren, wenn man von dem spez. Gewichte der Luftarten, auf ihre spez. Elasticität schlieſst, und dann hieraus die Geschwindigkeit berechnen will, mit der der Schall sich in ihr fortpflanzt.

Das einzige Mittel, die spezifische Federkraft einer Luftart zu bestimmen, ist, daſs man die Geschwindigkeit beobachtet, mit der sich der Schall in ihr fortpflanzt. Dividirt man dann dasjenige, was man jetzt ihr spezifisches Gewicht nennet, mit ihrer spezifischen Federkraft, so erhalten wir ihr absolutes spezifisches Gewicht, und wir können dann bestimmen, was ein Cubicfuſs Sauerstoffluft, und ein Cubicfuſs Wasserstoffluft u. s. w. wiegen würde, wenn man sie auf eine Temperatur erniedrigen könnte, wo diese Luftart feste Körper sind.

2.

Versuche von Chladni.

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts hatte Chladni die sinnreiche Idee, die Elasticitäten der verschiedenen Luftarten durch die Höhe der Töne zu bestimmen, welche eine Orgelpfeife in ihnen angibt. Je höher der Ton, desto schneller sind die Schwingungen der Luftsäule, desto elastischer ist die Luftart, desto geschwinder pflanzt sich der Schall in ihr fort.

Die Versuche, welche Chladni hierüber anstellte, sind zu bekannt, als daſs sie hier einer nähern Erwägung bedürften. Man findet sie in seiner trefflichen Akustik,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Seite 226. Ich stelle hierher die Resultate derselben, auf die Temperatur des Eispunctes reducirt. In der ersten Spalte sind die Geschwindigkeiten angegeben, die nach der Newton'schen Theorie statt finden müssen, wenn man annimmt, dafs die specifischen Elasticitäten dieser Luftarten sich umgekehrt verhalten, wie ihre specifischen Gewichte.

Namen der Luftarten.	Geschwindigkeit des Schalles nach Theorie.	Geschwindigkeit des Schalles nach Erfahrung.	Unterschied.
1. Sauerstoffluft . . .	814 p. F.	923 p. F.	109 p.F.
2. Stickluft	873	966	93
3. Kohlensaure Luft .	701	857	158
4. Salpeterluft . . .	789	970	181
5. Wasserstoff - Luft mit Eisen u. Schwefelsäure verbunden.	2480	2070	÷ 410
6. Wasserstoffluft mit Zink und Salzsäure.	2480	2280	208
7. Wasserstoffluft aus Wasserdämpfen durch glühendes Eisen	2480	2430	÷ 50

Diese Versuche stimmten schlecht mit der allgemein angenommenen Meinung, dafs sich die specifischen Elasticitäten ungefähr sehr nahe verhielten, wie die specifischen Gewichte. Inzwischen nahmen die Naturforscher von diesem Widerspruch keine Notiz, und schienen vielmehr geneigt zu seyn, ihn aus der Schwierigkeit, diese Beobachtungen genau anzustellen, oder aus sonstigen verborgenen Eigenschaften der Luftarten erklären zu wollen.

So leicht diese Versuche anzustellen waren, da man bei ihnen blofs ein Monochord, eine Glasglocke, eine Orgelpfeife und eine Blase gebrauchte, so wurden sie doch weder in Deutschland, noch in Frankreich wiederholt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

3.

Versuche von den Herren Kerby und Merrick.

Erst nach 15 Jahren beschäftigten sich zwei englische Physiker mit ihnen, die Herren Kerby und Merrick zu Cirencester.

Man findet ihre Beobachtungen im neunten Bande der neuen Folge von Gilberts Annalen S. 438. Ihr Apparat war von dem des Herrn Chladni verschieden.

Sie gebrauchten die Luftpumpe und bliesen die Pfeife mit einem Blasbalge an. Herr Chladni hingegen bediente sich der pneumatischen Wanne, um die Glocke mit der gegebenen Gasart zu füllen. Das Monochord, dessen sich die englischen Physiker bedienten, war nicht in Töne abgetheilt. Ihre Bezeichnung der Höhe der Töne wird dadurch etwas unbequem, und ich will ihre Versuche deswegen hier in unserer Tonsprache übersetzt mittheilen. Ich habe die Länge der Saiten nicht so angenommen, wie sie in den Annalen S. 441 abgedruckt sind, sondern so, dafs der Ton c, den die atmosphärische Luft gab, gerade 100 ist, um sie unmittelbar mit der Tafel über die Länge der Saiten vergleichen zu können, bei der sie für c = 100000 angenommen werden. Die unbequeme Form der Darstellung dieser Versuche rührt daher, dafs die englischen Physiker ihr Monochord vorher nach einer stählernen Stimmgabel in *c* stimmten. Hierdurch erhielten sie den Kammerton, der immer etwas vom Kirchenton in der Höhe verschieden ist, und bekanntlich stehen die Orgelpfeifen immer im Kirchentone.

Es war übrigens sehr überflüssig, das Monochord vorher in irgend einen Ton zu stimmen, da es bei der gleich schwebenden Temperatur gleich gilt, welchen Ton man für *c* oder *g* ansehen will. Sie hatten nur den Steg auf den Punkt ihrer Eintheilung zu setzen, wo 100 stand

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und dann das Monochord so lange zu stimmen, bis es denselben Ton hatte, den die Orgelpfeife in atmosphärischer Luft gab. Welcher Ton dieses auf der Tonleiter eines Flügels oder einer Orgel war, das galt gleich.

Namen der Luftarten.	Länge der Saiten.	Ton.	Geschw. des Schalles in 1 Sec.	Temperatur.
1. Atmosphär. Luft	100	c	1027 p.F.	11 ° R.
2. Sauerstoffluft aus Braunstein . .	105	nahe h	980	—
3. Kohlensaur. Gas	110	nahe b	930	12,5
	117	nahe a	880	
	118	nahe a	870	
	119	a	864	
4. Wasserstoffgas aus Zink . . .	56	b	1830	13
	55	nahe b	1860	
	52	nahe b	1910	
5. Atmosphär. Luft	100	c	1027	—
6. Salpeter-Gas aus Salpetersäure u. Kupfer	108	zw. h. u. b.	940	—
	89	d	1154	
	89	d	1154	—
7. Atmosphär. Luft	100	c	1027	—
8. Kohlensaures Gas aus Marmor . .	123	zw. w u. gis.	830	15
	121	desgl.	850	
9. Atmosphär. Luft	100	c	1027	$14\frac{2}{3}$
10. Aetherdampf . .	68	nahe g.	1500	$14\frac{1}{3}$
11. Sauerstoff-Luft	104	nahe h.	990	14
	103	desgl.	1010	
12. Atmosphär. Luft	100	c	1027	13
13. Wasserstoff-Gas	50	c	2054	$14\frac{2}{3}$
	47	cis	2180	
	47	desgl.	2180	15
	45	nahe d.	2300	
14. Stickgas . . .	94	cis.	1880	17

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die nun folgenden Versuche habe ich in diese Tabelle nicht mit aufgenommen, weil sie durch die Schreibfehler entstellt zu sein scheinen. So soll z. B. gegeben haben:

Warserstoffgas	64 und 75 (statt 50)	bei $16\frac{1}{2}^{0}$ R.
Kohlensaures-Gas	86 (statt 111).	
Sauerstoffgas	87 (statt 105).	

Vergleichen wir diese Versuche untereinander, so finden wir bedeutende Abweichungen. So hat kohlensaures Gas einmal eine Geschwindigkeit von 930 und einmal eine von 864 par. Fuſs gegeben, und nachher wieder eine von 830.

Diese Abweichungen liegen aber nicht in der Natur der Sache, denn man kann auf dieselbe Weise die Geschwindigkeit des Schall's eben so genau bestimmen, als es sich sonst nur mit Tertien-Uhren thun läſst; sie rühren blos von der Art her, wie die engl. Physiker ihre Versuche angestellt haben. Sie hatten die Gasart in Portionen eingetheilt, und füllten, nachdem sie die Glocke durch die Luftpumpe geleert hatten, diese nach und nach ein. Daher war im Anfang der Ton wahrscheinlich so schwach, daſs sie ihn kaum unterscheiden konnten. Auch bemerken sie nicht, ob sie einen Stimm-Meister bei diesen Versuchen hatten. So leicht es ist zwei Saiten in den Einklang, oder in die Octave, die Quinte oder die Terz zu stimmen, so schwierig ist es, für jemand, der keine tägliche Uebung im Stimmen hat, zwei Töne mit einander zu vergleichen, welche von Flöten und Saiten gebildet werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

7.

Gegen Ende des Jahres 1811 beschäftigte ich mich in Düsseldorf, mit Untersuchungen über die Daltonsche Theorie, und über den Einflufs, den sie auf die Lehre über die Geschwindigkeit des Schalles hat. Da hierbei alles von der spez. Elasticität der verschiedenen Luftarten abhängt, aus denen unsere Atmosphäre besteht, so beschlofs ich, durch eine Reihe genauer Schall-Versuche, diese näher zu bestimmen. Ich wiederholte deswegen die Chladnischen Versuche, in der Absicht, mich mit dieser Art von Versuchen näher bekannt zu machen, und vorzüglich um zu sehen, welcher Genauigkeit sie fähig sind, und welche Fehlergrenze man bei ihnen festsetzen kann.

Der Apparat bestand aus einer gläsernen Glocke, in der sich eine Orgelpfeife, und ein Thermometer befanden (Tafel II. Fig. 3.) und aus einem Monochord mit 4 Saiten, welche durch zwei Octaven nach der gleichschwebenden Temperatur eingetheilt war. (Fig. 2.)

Die Glocke war 10 Zoll hoch, und 7 Zoll weit. Die obere Oeffnung wurde mit einem dicken Korkstöpsel verschlossen, durch den ein Badethermometer, und eine Orgelpfeife (das zweigestrichene c aus dem Prinzipal-Register) in die Glocke trat. Der Stöpsel wurde luftdicht verharzt. Auf die Orgelpfeife wurde eine kleine Schweinsblase, mit der Oeffnung festgebunden, welche beim trocknen luftdicht anschlofs. Um Blase und Glocke luftleer zu machen, wurde die Glocke mit Wasser gefüllt, und hingestellt.

Das Wasser sog alle Luft aus der Blase in die Glocke, und stieg dann, bei einer Umwendung der Glocke, unter dem Wasser der pneumatischen Wanne hinaus, indem man mit dem Finger, die äufsere Oeffnung der Or-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gelpfeife verschlofs. Dann wurde die Glocke mit der Luftart gefüllt, deren Ton man untersuchen wollte. War die Glocke voll, so drückte man sie ins Wasser und die Luft trat durch die Orgelpfeife in die Blase, indefs das Wasser in die Glocke trat. Dann füllte man die Glocke wieder voll Luft, indefs man mit dem Finger die Orgelpfeife während dessen zuhielt, damit die Luft nicht aus der Blase wieder zurück in die Glocke treten konnte. Dieses ist einfacher und bequemer, als wenn man sich einer Blase mit einem Hahne bedient. Sobald die Glocke und die Blase mit Luft gefüllt waren, wurden sie auf das Brett, in der pneumatischen Wanne gestellt, wobei die Glocke 2 Zoll hoch mit Wasser gesperrt blieb. Drückte man nun die Blase, so gab die Pfeife einen zwar schwachen, aber vernehmbaren Ton.

5.

Auf dem Monochorde (Fig. 2.) wurde der Steg auf c gestellt, und dann die Saite in den Ton gezogen, den die Orgelpfeife gab, wenn sie mit atmosphärischer Luft angeblasen wurde. Um diesen Ton sicher zu behalten, wurden die drei übrigen Saiten mit dieser in den Einklang gezogen. Die Länge der Saiten war ungefähr zwei Fufs.

Herr Hölterhof, der ein feines Gehör, und eine langjährige Uebung in Stimmen hat, hatte die Gefälligkeit, die Saite auf dem Monochord jedesmal in den Einklang mit dem Tone zu stimmen, den die Orgelpfeife gab. Dieses geschah durch Verschieben des Steges. Aus der Entfernung des Steges vom nächsten halben Tone, wurde dann sehr genau die Höhe des Tons bestimmt, den die Luftart gegeben hatte. Man hatte hierbei mit einer räumlichen Gröfse zu thun, und Augenmafs und Zirkel gaben

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

alle gewünschte Schärfe, da die halben Töne bei c noch $\frac{3}{4}$ Zoll grofs waren.

Bei allen Versuchen wurde die atmosphärische Luft, nach der die Höhe von c bestimmt war, auf dieselbe Weise eingefüllt, wie die andern Luftarten. Hier sind einzelnen Versuche.

1. Den 27. Oktbr. 1811. Die atmosphärische Luft gab c. Darauf wurde Stickgas eingefüllt, welches durch Verbrennen von Phosphor erhalten war, und dieses gab c + $\frac{1}{12}$ von einem ganzen Tone. Als das Stickgas abgefüllt war, gab die atmosphärische Luft wieder c, so wie vorher. Die Temperatur war 14° R.

2. Darauf wurde Sauerstoffluft aus Braunstein eingefüllt. Der Ton war gerade $\frac{3}{4}$ Ton tiefer, und genau zwischen h und b. Bei einem zweiten Versuche fanden wir den Ton um $\frac{1}{16}$ Ton höher, wie das vorige Mal. Der Versuch mit der Sauerstoffluft stimmte mit Chladni seinem, der ihren Ton auch zwischen einem halben und einem ganzen Ton tiefer fand, als den der atmosphärischen Luft. Aber der mit der Stickluft, stimmte nicht mit Chladni, welcher ihn statt höher, um einen halben Ton tiefer fand.

3. Ich wiederholte deswegen den 30. Oktbr. den Versuch bei 16° R. Die Stickluft gab an diesem Tage einen Ton, der um etwa $\frac{1}{24}$ Ton höher, als der, der athmosphärischen Luft war. Auch fanden die engl. Physiker den Ton des Stickgas höher, als den der atmosphärischen Luft.

4. In die Sticklnft wurde nun ungefähr $\frac{1}{5}$ Sauerstoffluft gebracht, und durch mehrmaliges Uebertreiben aus der Glocke in die Blase, und aus der Blase in die Glocke, durcheinander gemischt. Ehe die Mischung vollkommen war, war es unmöglich einen Ton hervorzubrin-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gen. Die künstliche Mischung hatte bis auf etwa $\frac{1}{24}$ Ton, dieselbe Höhe, wie atmosphärische Luft.

5. Darauf wurde Wasserstoffluft eingefüllt, und mehrere Versuche gaben den Ton desselben, gerade um eine Octave höher, als den der atmosphärischen Luft. Die Wasserstoffluft war mit Eisen- und Schwefelsäure bereitet.

Alle diese Versuche waren bei 16° R. gemacht. Jetzt wurde die Wanne, durch Eingiefsen von warmen Wasser, bis auf 22° gebracht, damit sich die kohlensaure Luft weniger mit dem Wasser verbinde.

6. Bei 22° R. wurde die Saite in den Ton *c* gezogen, den die atmosphärische Luft gab. Darauf wurde die Kohlensaure Luft eingefüllt, welche einen guten Ton gab, aber 1,6 Ton tiefer, oder $a + \frac{1}{10}$. Bei einem zweiten Versuche gab sie $a + \frac{1}{12}$; bei einem dritten $a + \frac{1}{10}$. Nach einer halben Stunde gab sie nur noch *a*; also nur noch um 1,5 Ton tiefer, welches vielleicht davon herrührt, dafs gemeine Luft aus dem Wasser getreten war; und sich mit der Kohlensaure Luft vermischt hatte. Chladni fand diesen Ton tiefer, und statt *a* nahe *gis*. Die engl. Physiker fanden ihn einmal *a*, und das anderemal zwischen *a* und *gis*.

In folgendem Täfelchen sind alle Versuche auf den Eispunkt zurückgeführt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Namen der Luftarten.	Geschwindigkeit des Schalles nach Theorie.	Geschwindigkeit des Schalles nach Erfahrung.	Unterschied.
In feuchter atmosphärischer Luft . . .	862 p. F.	1027 p. F.	165 p. F.
In feuchter Stickluft .	873	1032	159
In feuchter Sauerstoff-Luft	814	942	128
In feuchter kohlensaurer Luft	701	860	59
In feuchter Wasserstoff-Luft	2480	2056	÷424

Man mufs diese Versuche des Nachts in einem kleinen Zimmer anstellen, weil man sonst den Ton, der durch das Sperren des Wassers geschwächt ist, nicht deutlich hört. Ich fand, dafs der Ton des Nachts sehr klar und vernehmlich war. Auch fand ich, dafs es leicht war, die Blase so gleichförmig zu drücken, dafs die Pfeife sich nicht über blies. Von dem Ueberspringen in die Octave, welches Chladni bei seiner Orgelpfeife fand, war bei keiner Luftart eine Spur. Auch bemerkte ich, dafs es Herrn Hölterhof keine Mühe kostete, jedesmal den Ton auf den Monochord zu bestimmen, den eine Luftart gab, wobei natürlich immer der Steg vorher verrückt, und beim Einstellen nicht auf's Monochord gesehen wurde, um alle Gesichtstäuschungen zu vermeiden. Auch wichen z. B. beim kohlensauren Gas, zwei verschiedene Beobachter nicht mehr im Stellen des Steges von einander ab, als dafs der eine ihn auf $a + \frac{1}{10}$ und der andere auf $a + \frac{1}{12}$ Ton setzte welches in der Geschwindigkeit des Schalles

nur einen Unterschied von 2 Fuſs in 1 Sec. macht. Man sieht hieraus, daſs man auf diese Weise die Geschwindigkeit des Schalles, in verschiedenen luftförmigen Flüssigkeiten, eben so genau bestimmen kann, als sich die Geschwindigkeit desselben, bei den Versuchen mit Tertienuhren finden läſst.

Versuche dieser Art sind übrigens sehr leicht anzustellen. Ein Monochord, eine Orgelpfeife und eine gläserne Glocke, findet man ohne Mühe. Der ganze Apparat kostet nicht mehr, als nur wenige Thaler. Auch sind in jeder Stadt Klaviermeister, die einem leicht die Saiten in den Einklang mit der Orgelpfeife ziehn, auf den Fall, daſs man hierin selbst keine Uebung hat.

7.

Stellen wir alle Versuche zusammen, so erhalten wir folgendes Tafelchen:

Geschwindigkeit des Schalles bei Null Grad R., die in atmosphärischer Luft 1027 p. F. angenommen, nach

Namen der Luftarten.	Chladni.	Kerby und Merrick.	Benzenberg.
In Sauerstoffluft . .	923 p. F.	980 p. F.	942 p. F.
In Stickluft	966	1080	1032
In kohlensaurer Luft .	857	864	860
In Salpeterluft . . .	970	1154	—
In Wasserstoffluft aus Eisen- und Schwefelsäure	2070	2180	2054

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Man sieht, daſs die Versuche bei der kohlensauren Luft sehr nahe übereinstimmen, welches wahrscheinlich daher kommt, daſs diese Luftart einen so starken, und vernehmbaren Thon gibt. Auch stimmen meine Versuche, mit Chladni's Versuchen beim Wasserstoffgas; wir hatten beide das Gas auf dieselbe Weise bereitet. Ob die engl. Physiker das ihrige auch aus Eisen und Schwefelsäure erhalten hatten, ist unter Nro. 13 in Kerby's Tabelle nicht bemerkt. Beim Salpeter-Gas weichen Chladni und Kerby bedeutend von einander ab; dieses rührt daher, daſs dieses Gas sehr schwer zum Tönen zu bringen ist. Bei der Stickluft stimmen meine Versuche mit denen Kerby's, aber nicht mit Chladni's Versuchen überein.

8.

Meine Versuche sind nicht abgewogen worden, sondern ich nahm die Stickluft, Sauerstoffluft, u. s. w. gerade so, wie sie der Chemiker gab. Auch habe ich aufs Wasser kein Oehl gegossen, wie man solches nach der Theorie von Dalton thun muſs.

Ich habe die spez. Gewichte der Stickluft, und der Kohlensaure Luft nach Biot angenommen. Das spez. Gewicht der Sauerstoffluft, ist ungefähr das Mittel zwischen den sehr abweichenden Bestimmungen, von Biot und Davy.

Biot setzt es nehmlich zu	=	1,1036
Davy zu	=	1,1270
Mittel		1,1153

Ich habe 1,1148 angenommen, damit die Mischung genau, das von Biot angegebene Gewicht trockner, atmosphärischer Luft habe, nehmlich $\frac{1}{10495}$ des Quecksilbers bei 0° und 28 Zoll Druck.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Im Jahre 1820 gab Bercelius und Dulong neue Bestimmungen, über die Dichtigkeit elastischer Flüssigkeiten heraus. Sie stehen in den Annales de Physique et Chemie von Gay Lussac und Arago 1820. Th. XV. pag. 386.

Dulong ist schon bekannt, durch die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Wärme, wo er und Petit den Preis von 1818 erhielten.

Folgendes ist die Vergleichung dieser Versuche, mit denen von Biot.

Specifisches Gewicht nach Bercelius und Dulong.		Spezifisches Gewicht nach Biot.
Sauerstoffluft . .	1,1026	1,1036
Wasserstoffluft .	0,0688	0,0732
Kohlens. Luft . .	1,524	1,519
Stickluft	0,976	0,969

Der Barometer-Druck ist 760 Millemeter, oder 28,075 Zoll.

Ich habe keinen Gebrauch davon gemacht.

Der gröste Unterschied findet sich bei der Wasserstoffluft. Dieser gibt nach Biot 0,0732. Und nach Bercelius 0,0688. Wahrscheinlich rührt dieses daher, dafs Biot bei seinen Abwiegungen die Dalton'sche Theorie nicht berücksichtigte, und kein Oel auf Wasser gofs. Um dieses zu vermeiden, hatten Bercelius und Dulong eine Schicht Oel von 3 Millemeter Dicke in die Glocke aufs Wasser gegossen, und hatten dadurch die Luft verhindert, die im Wasser steckt, in die Höhe zu kommen.

Die Wasserstoffluft war daher ganz rein.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

9.

Herr Professor Gilbert macht in den Annalen 1812 folgende Bemerkungen, zu diesen Versuchen:

»Herr Doctor Benzenberg hat bei seinen Bemerkungen uber diese Art von Versuchen einen Umstand nicht in Betrachtung gezogen, der auf die Genauigkeit derselben vielleicht von allen den gröfsten Einflufs hat, und so schwer zu erreichen ist, dafs er diese Versuche, wie alle über Eigenschaften von Gasarten, bei denen es auf scharfe Zahlbestimmungen ankömmt schwierig macht. Ich meine die Reinheit der entbundenen Gasarten.

»Gasarten möglichst unvermischt mit atmosphärischer Luft, und mit fremden Gasarten zu entwickeln, und in andere Gefäfse umzufüllen ist eine Kunst, welche Uebung grofse Sorgfalt und Berücksichtigung mancher chemischen Verhältnisse erfordert, und auf die man sich nie so weit verlassen kann, dafs man der eudiometrischen Prüfung des Gas entübrigt sein könnte, wie es in den Gefäfsen selbst beschaffen ist, worin man die Versuche anstellen will.

»Sollen daher die Schallversuche in Gasarten bis zu derselben an sich allerdings zu erreichenden Genauigkeit gebracht werden, welche die Versuche über die Geschwindigkeit der Schallverbreitung, in atmosphärischer Luft schon erreicht haben, so ist Bestimmungen der Reinheit des Gas, durch sorgfältige eudiometrische Prüfung, eine unerläfsliche Bedingung.

»Die Annalen enthalten zu dieser Prüfung alle Anleitung, die man sich nur wünschen kann, man findet sie in den Registerbänden, unter dem Artikel Eudiometrie nachgewiesen. Das kohlensaure Gas ist am leichtesten rein zu entbinden, daher rührt wahrscheinlich die Uebereinstimmung der Resultate mit demselben Beimischung von

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

etwas ätmosphärischer Luft hat bei dem Wasserstoffgas den bedeutendsten Einflufs, daher die gröfsten Verschiedenheiten bei diesem Gas Statt finden. Dem Salpetergas kann leicht oxidirtes Stickgas, oder auch etwas salpetrige Säure beigemengt sein.»

»In Frankreich pflegen sich zu Versuchen dieser Art, zwei Physiker zu vereinigen, von denen der eine das mehr Chemische, der andere das mehr Mathematische besorgt, und durch solche Vereinigungen, sind wir in den neuesten Zeiten, zu vielen feinen, und scharfen physikalischen Bestimmungen gelangt, zu welchen die Aufmerksamkeit, und die Kräfte eines einzigen Beobachters kaum ausgereicht haben. Die spezifischen Elasticitäten der Gasarten sind für die Wissenschaft ein so wichtiges Datum, dafs diese Versuche gewifs aller Anstrengung werth sind, um sie mit der möglichsten Genauigkeit durchzuführen.»

So weit Herr Professor Gilbert.

Ich bemerke hierauf: Dafs, als dieses zum ersten mal gedruckt wurde, man 1812 schrieb, und jetzt, da es zum zweitenmal gedruckt wird, man 1830 schreibt. In diesen 18 Jahren hat sich, so viel ich weifs, kein Naturforscher damit bemüht, die Wasserstoffluft zu Schallversuchen anzuwenden. Und doch kosten die Versuche höchstens 5 Thlr. Ich bin in dieser Zeit auf sehr vielen physikalischen Kabinetten gewesen; allein nirgend habe ich die Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in den verschiedenen Luftarten angestellt gesehen.

Die völlig trockne Wasserstoffluft wiegt 0,0688. Die völlig nasse Wasserstoffluft wiegt 0,0689. Also hier ist kein merklicher Fehler. Allein ein merklicher Fehler kann darin liegen, dafs man nicht, wie Berzelius, eine Schicht Oehl von 3 Millemeter Dicke, auf das Wasser in die Glocke

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

goſs, und dadurch die Luft verhinderte, in die Höhe zu kommen. Dieses ist auch bei Biot der Fall gewesen, wo er, 0,0732 für die Wasserstoffluft fand. Berzelius fand 0,0688; also bedeutend geringer. Die 0,0044 rühren bei Biot wahrscheinlich von atmosphärischer Luft her.

10.

Fassen wir diese Ergebnisse in wenig Worten zusammen, so haben wir folgendes:

1. Man kann durch die Höhe der Töne eben so genau die Geschwindigkeit des Schalles und die spezifische Elasticität der Flüssigkeit bestimmen, als sich dieses bei der atmosphärischen Luft, durch die gewöhnlichen Versuche mit Tertienuhren, bewerkstelligen läſst.

2. Die Wasserstoffluft gibt 400 Fuſs weniger, als sie der Theorie nach thun sollte. Dieses ist also gegen Laplace.

Es scheint demnach aus ihnen hervorzugehen, daſs die spez. Elasticitäten verschiedener Luftarten sich nicht gerade so gegeneinander verhalten, wie ihre spez. Leichtigkeiten.

11.

Für die, welche etwa Lust haben sollten, diese Versuche zu wiederholen, will ich folgende Tafel über die Geschwindigkeit hierhin setzen, welche zu jedem Tone gehören.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tonverhältnifs.	Namen des Tons.	Schwingungen der Saiten.	Geschwindigkeit des Schalls in der untern Octave.	Geschwindigkeit des Schalls in der oberen Octave.
			Fufs.	
Der Einklang . . .	*c*	10000	514	1027
Der kleine halbe Ton	*cis*	10595	544	1088
Die grofse Secunde .	*d*	11225	577	1153
Uebermäfsige Secunde	*dis*	11892	611	1221
Die grofse Terz . .	*e*	12600	647	1294
Die vollkommene Quart	*f*	13348	686	1371
Die übermäfsige Quart	*fis*	14142	727	1451
Vollkommene Quinte	*g*	14983	770	1539
Uebermäfsige Quinte	*gis*	15874	816	1631
Die grofse Sext . .	*a*	16817	864	1728
Die kleine Septime .	*b*	17818	916	1831
Die grofse Septime .	*h*	18877	970	1940
Die Octave	*c*	20000	1027	2054

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

VIII.

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in Wasserdämpfen.

1.

Obschon die Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in Wasserdämpfen nicht unmittelbar hierher gehören, indem sich aus ihnen nicht die Dalton'sche Theorie weder bejahen noch verneinen läſst, so sei es mir erlaubt, doch diese Versuche anzuführen, da ich sie zu gleicher Zeit, mit jenen, über die Geschwindigkeit des Schalles, in verschiedenen Luftarten anstellte.

Durch die Versuche von Biot, (in Gilberts Annalen, neue Folge B. V. Seite 425) war es entschieden, daſs der Schall sich in den Wasserdämpfen fortpflanze. Es muste nur noch bestimmt werden, 1. ob er sich auch in Wasserdämpfen erzeuge? und dann 2. mit welcher Geschwindigkeit der Schall sich in ihnen fortpflanze?

Das erstere ist leicht zu entscheiden. Man braucht zu dem Ende nur eine Orgelpfeife, in die Mündung eines kochenden Theekessels zu setzen, und einen blechernen Cylinder darüber zu stürzen, damit die Dämpfe sich nicht gleich niederschlagen. Man erhält dann einen sehr schönen Pfeifenton, der aber höher ist, als der, den die Pfeife in freier Luft gibt.

Die zweite Frage, mit welcher Geschwindigkeit sich der Schall in den Dämpfen fortpflanze? könnte nur durch die Chladnischen Versuchen bestimmt wer-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den, daſs man nemlich genau die Höhe des Tons in den Dämpfen, mit der Höhe des Tons in freier Luft vergliche. Diese Bestimmung schien um so interessanter zu sein, da wir das spezifische Gewicht der Wasserdämpfe ziemlich genau kennen, also die beobachtete Geschwindigkeit mit der, welche die Theorie gibt, vergleichen, und uns dadurch belehren könnten, ob der Schall sich in den Dämpfen vielleicht mit einer Geschwindigkeit fortpflanze, welche der Theorie näher kömmt, als wir dieses bei den permanent-elastischer Luftarten finden. Denn es ist nicht unwahrscheinlich, daſs die Wärme, welche nach Laplace durch die Schallschläge frei wird, und die Ursache des Schnellergehens, des Schalles sein soll, bei einer nicht permanent elastischer Flüssigkeit, wenigstens zum Theil, auf die Erhaltung des elastischen Zustandes verwendet, und daher wieder latent wird, und also die Geschwindigkeit des Schalles nicht beschleunigen kann.

2.

Um diese Versuche anzustellen, bediente ich mich eines ganz einfachen Apparats. Er ist auf Tafel II. in Figura 4 abgebildet. Ich verstopfte die Pfeife des Theekessels mit einem übergestürzten Hütchen dampfdicht, und stellte einen blechernen Cylinder auf die Oeffnung des Deckels. In diesem Cylinder war eine Orgelpfeife angebracht, die in atmosphärischer Luft c gab. Die Pfeife war oben offen und aus dem Prinzipal-Register. Der Cylinder war $1\frac{1}{2}$ Fuſs lang, und $2\frac{1}{2}$ Zoll weit, hatte unten einen Rand, der durch zwischengelegte Leinwand dampfdicht, auf den Rand des Theekessels schloſs, und war oben mit einem Deckel geschlossen, in welchem ein Loch war, durch das die Dämpfe einen Ausweg hatten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Als das Wasser anfing zu kochen, bildeten sich zuerst nur unvollkommene Töne; sie wurden aber immer deutlicher. Als es so lange gekocht hatte, dafs ich glaubte, der Wasserdampf habe alle Luft aus dem Kessel und Cylinder vertrieben, und erfülle beide ganz, brachte ich das Thermometer in den Cylinder. Es stieg bis 80° R. Den Ton, den die Pfeife gab, bestimmte Herr Hölterhof auf den Monochorde zu $\underline{\underline{d}}$ weniger $\frac{1}{6}$ eines Tons.

Nachher wurde er aufs neue zu $\underline{\underline{d}} + \frac{1}{16}$ und zum drittenmale zu $d - \frac{1}{16}$ bestimmt, so dafs man ihn im Mittel zu $\underline{\underline{d}}$ weniger $\frac{1}{16}$ eines ganzen Tons annehmen konnte.

Die Saite war vorher in den Ton $\underline{\underline{c}}$ gezogen, den die Orgelpfeife angab, wenn sie mit Luft angeblasen wurde, und die Wärme im Cylinder war 25° R.

Wenn die Geschwindigkeit des Schalles für $c = 1027$ Fufs ist, so ist sie für $d = 1153$ und für $d - \frac{1}{16} = 1145$. Nun war aber ein Unterschied in der Temperatur von 55° R., welches einen Unterschied in der Geschwindigkeit des Schalles von 120 Fufs macht.

Ist folglich die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft = 1027 par. Fufs, so mufs sie, diesen Versuchen zu Folge, in gleich warmen Wasserdämpfen $1145 - 120 = 1025$ par. Fufs in 1 Secunde sein.

3.

Ich bemerkte bei diesen Versuchen, dafs mein Cylinder so tief in den Kessel ging, dafs ich nur zwei Zoll Wasser im Kessel haben konnte. Das wenige Wasser kochte so stark auf, und gab dem Kessel eine zitternde Bewegung, deren Geräusch der Deutlichkeit des Tons schadete.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ich liefs deswegen den Rand des Cylinders mehr nach unten setzen, so dafs ich fast den ganzen Kessel mit Wasser füllen konnte.

Die zitternde Bewegung beim Kochen fiel nun weg. Auch liefs ich den obern Deckel abnehmen, so dafs der Cylinder oben ganz offen blieb. Dieses hatte indefs keinen Einflufs auf den Ton der Pfeife.

4

Die Pfeife gab beim Anblasen mit Luft bey 25° R. wieder c. Der Ton, den die Wasserdämpfe gaben, ward nun schöner als vorher, und Hr. Hölterhof bestimmte ihn beim ersten Versuche zu d — $\frac{1}{8}$ eines ganzen Tons, und beim zweiten genau d. Das Thermometer stieg jetzt im Cylinder nicht höher, als auf 75° R. Das Mittel aus beiden Versuchen ist d — $\frac{1}{16}$.

Diesem Tone entspricht eine Geschwindigkeit von 1145 p. F.

Hiervon gehen für 50° Temp.
Differenz ab

$$75 + 25 = \frac{100}{2} \qquad \div \frac{109}{1036}$$

Die vorigen Versuche gaben 1025
Mittel aus beiden 1030 p. F.

Man wird also nicht bedeutend irren, wenn man annimmt, dafs die Geschwindigkeit des Schalles in den Wasserdämpfen 1030 p. F. bey 0° R. in 1 Sec. ist.

Nach Herrn von Saussüre verhält sich das spec. Gewicht des Wasserdampfes, zu dem, der atmosphärischen Luft, bei gleichem Druck, und gleicher Wärme wie 7 : 10.

Bei 0° R. und 28 Zoll Druck ist der Wasserdampf also 14993 mal leichter, als Quecksilber.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nach der Newton'schen Theorie muſs sich folglich der Schall in ihm, mit einer Geschwindigkeit von 1027,6 p. Fuſs in 1 Sec. bewegen.

Die eben angeführten Erfahrungen gegen 1030 p. Fuſs. Aus dieser Uebereinstimmung scheint zu folgen, daſs die frei werdende Wärme die Geschwindigkeit des Schalles in den Wasserdämpfen, nicht beschleunige, und daſs sie wahrscheinlich wieder völlig latent wird, indem sie dazu verwendet wird, den Dampf in seinem elastischen Zustande zu erhalten.

5.

Schon Newton glaubte, daſs die Wasserdämpfe, welche in der Atmosphäre sind, die Geschwindigkeit des Schalles beschleunigen können, und daſs deswegen der Schall geschwinder gehe, als er nach der Theorie gehen sollte. Als eine zweite Ursache, dieser gröſsern Geschwindigkeit, sah er die festen Theilchen der Luft an, die gleichsam ihre Basis ausmachen, und durch die sich der Schall, wie durch feste Körper, schnell fortpflanzt. Wenn diese Ursache die einzige wäre, warum der Schall 166 Fuſs mehr Geschwindigkeit hat, als die Theorie angibt, welche diese Geschwindigkeit nur zu 861 p. Fuſs findet, so müſste ungefähr $\frac{1}{125}$ der Luft, aus festen Theilen bestehen, und man könnte die athmosphärische Luft nicht weiter, als bis auf das 125fache zusammen drücken.

Dieses streitet nicht mit der Erfahrung, denn Halles hat die Luft in einer Bombe nur auf das 38fache zusammengedrückt.

Wenn die Luft sich nur 125mal zusammendrücken lieſse, so wäre Franklin's Vermuthung, daſs die feste Luft

*) Einige geben das spez. Gewicht des Wasserdampfes, zur atmosphärischen Luft, nicht wie 7 : 10, sondern wie 10 : 16 an. Dieses ist dann 0,625 des Wasserdampfes, und nicht 7:10.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der schwerste Körper sey, nicht gegründet, und sie wäre dann noch immer 6mal leichter als Wasser.

Unsere Atmosphäre würde dann, wenn sie auf das Maximum der Verdichtung käme, noch 180 Fuſs hoch seyn.

Herrn Laplace scheint die Newton'sche Vorstellung von der Ursache des Geschwindergehens des Schalles groſse Schwierigkeit zu haben. Er vermuthet, daſs die Wärme, welche bei den Compressionen der Schallwellen frei wird, die vorzügliche Ursache sey, warum der Schall nach der Erfahrung 166 Fuſs geschwinder gehe, als dieses die Theorie angibt.

Allein auch diese Vorstellung hat ihre Schwierigkeiten. Man muſs annehmen, daſs hierbei 84° Wärme frei werden, und diese Compressionen müssen also sehr stark seyn, da bei den Verdichtungen bis auf's doppelte erst 25 bis 30° Grad Wärme frei werden.

Herr Biot hat hierüber in Gilberts Annalen (B. 18. S. 395) verschiedene Rechnungen mitgetheilt, hat aber keine Untersuchungen angestellt, wie viel Wärme beim plötzlichen Verdichten der Luft, dann eigentlich frei werde, und auch nicht, wie viel frei werden müsse, wenn man aus diesem Umstande, der auch in den Schallwellen wirksam seyn soll, jenen Unterschied von 166 Fuſs erklären wollte, der zwischen der wirklichen und der theoretischen Geschwindigkeit des Schall's in der Atmosphäre Statt findet.

Bei Wasserstoffluft gibt die Erfahrung 400 Fuſs weniger als die Theorie. Dieses ist also gegen Laplace.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

IX.

Ueber den Einflufs den die Dalton'sche Theorie, auf die Menge des Sauerstoffes in unserer Atmosphäre hat.

1.

Die Dalton'sche Theorie hat, wenn sie wahr ist, einen grofsen Einflufs auf die Menge des Sauerstoffes in unserer Atmosphäre. Denn da der Sauerstoff schwerer ist, so nimmt er auch schneller in ihm ab, als der Stickstoff; wenn nemlich die Dalton'sche Ansicht die wahre ist, und nicht die alte. Die atmosphärische Luft mufs auf dem Gipfel des Montblanc verhältnifsmäfsig weniger Sauerstoffluft haben, als an der ebenen Erde.

Steht das Barometer an der Erde auf 28 Zoll und in einer Höhe von 17000 par. Fufs, auf 14 Zoll, so ist hier der Druck der atmosphärischen Luft nur halb so stark, die Luft folglich nur halb so dicht und schwer, als an der Oberfläche der Erde, und wenn eine Cubic-Ruthe Luft an der Erde 100 Pfund wöge, könnte sie hier nur noch 50 Pfund wiegen. Ist die bisherige Theorie, dafs unsere Atmosphäre eine durchaus gleichförmige chemische Mischung ist, die wahre, so würde, wenn eine

solche Cubic-Ruthe von 100 Pfund an der Erde enthalten wären.

76,49 Pfund Stickluft.
23,41 » Sauerstoffluft.
0,10 » kohlensaure Luft.

eine Cubic-Ruthe Luft in 17000 par. Fuſs Höhe eben so viele halbe Pfunde von jeder Luftart enthalten, und daſs Verhältniſs zwischen ihnen dasselbe sein.

Ist dagegen die Dalton'sche Theorie die wahre, so wiegt eine solche Cubic-Ruthe Luft in einer Höhe, wo das Barometer auf 14 Zoll stehet, nicht genau mehr 50 Pfund, wenn sie bei 28 Zoll Höhe 100 Pfund gewogen hat, und das Verhältniſs in den verschiedenen Luftarten ist nicht mehr genau dasselbe, wie an der Erde.

Nach Tafel 1. verhält sich die Sauerstoffluft-Atmosphäre zur Stickluft-Atmosphäre an der Erde, wie 6,4986 zu 21,2336 oder wie 1 zu 3,267.

Dagegen in einer Höhe von 17000 Fuſs, wie 2,9972 zu 10,8358 oder wie 1 zu 3,615. In dieser Höhe ist also verhältniſsmäſsig mehr Stickluft; denn da sie spezifisch leichter ist, nimmt sie auch langsamer ab.

2.

Folgende Tafel, welche aus dem eben Erwähnten abgeleitet ist, gibt eine leichte Uebersicht, wie viel von jeder Luftart dem Gewichte nach, auf jeder Höhe vorhanden ist. Da die Menge des Wasserdampfes in der Luft so sehr verschieden ist, so habe ich bloſs die Verhältnisse der drei beständigen Luftarten berechnet, die unsere Atmosphäre bilden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tafel 1.

Höhe über der See.	In 100 Theilen trockner Luft sind enthalten nach dem Gewicht		
	Theile Stickluft.	Theile Sauerstoff-Luft.	Theile kohlensaure Luft.
p. Fufs.			
0	76,49	23,41	0,10
1000	76,60	23,30	0,10
2000	76,71	23,20	0,09
3000	76,82	23,09	0,09
4000	76,92	22,99	0,09
5000	77,03	22,88	0,09
6000	77,13	22,78	0,09
7000	77,24	22,68	0,08
8000	77,35	22,57	0,08
9000	77,45	22,47	0,08
10000	77,56	22,36	0,08
11000	77,66	22,26	0,08
12000	77,76	22,16	0,08
13000	77,87	22,05	0,08
14000	77,97	21,95	0,08
15000	78,07	21,85	0,08
16000	78,18	21,75	0,07
17000	78,28	21,65	0,07
18000	78,38	21,55	0,07
19000	78,48	21,45	0,07
20000	78,58	21,35	0,07

Mit Hülfe dieser Tafel kann man leicht berechnen, wie grofs das spez. Gewicht der Luft in jeder Höhe ist,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wenn man das an der Erde = 1 setzt. Hat man nemlich an der Erde 100 Pfund Luft, so sind unter diesen

		deren spezif. Gewicht.	beider Producte.
76,49 Pfd. Stickluft;	es beträgt	0,9691	74,13
23,41 Sauerstoffluft,	» »	1,1148	26,10
0,10 kohlens. Luft,	» »	1,5000	0,15
			100,38

In 20000 Fuſs Höhe sind in 100 Fuſs Luft enthalten:

		deren spezif. Gewicht	beider Producte.
78,58 Pfd. Stickluft;	es beträgt	0,9691	76,14
21,35 Pfd. Sauerstoffluft,	»	1,1148	23,80
0,07 Pfd. kohlens. Luft,	»	1,5000	0,11
			100,05

Das spezifische Gewicht der Luft in 20000 Fuſs Höhe würde für sich also zu dem spez. Gewicht der Luft an der Erde, bei gleicher Dichtigkeit verhalten, wie 100,05 zu 100,38.

Wenn man also aus einer solchen Höhe einen Raum Luft nimmt, und drückt ihn mit 28 Zoll Quecksilber zusammen, so wiegt dieser nur noch 100,05 Pfund; während ein solcher Luftraum an der Erde, bei demselben Drucke, 100,38 Pfund gewogen hat. Wenn man also eine so feine Wage hat, wie die der Herren Biot und Arago, so muſs man schon eine merkliche Verschiedenheit im spezifischen Gewichte der atmosphärischen Luft finden, wenn die Dalton'sche Theorie die wahre ist. Bei seiner letzten Luftfahrt hatte Herr Gay Lüssac aus einer Höhe von 20000 Fuſs Luft mit herunter gebracht. Es ist zu bedauern, daſs man damals in Paris nicht daran dachte, das spez. Gewicht derselben, durch genaues Abwiegen zu bestimmen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

3.

In der folgenden Tafel ist das spez. Gewicht von 1000 zu 1000 Fuſs Höhe angegeben, das an der Erde = 1 gesetzt.

Tafel 2.

Höhe über der See in par. Fuſs.	Spezif. Gewicht der atm. Luft.	Höhe über der See in par. Fuſs.	Spez. Gewicht der atm. Luft.
0	1,0000	10000	0,9982
1000	0,9998	11000	0,9981
2000	0,9996	12000	0,9979
3000	0,9994	13000	0,9977
4000	0,9992	14000	0,9976
5000	0,9990	15000	0,9974
6000	0,9988	16000	0,9973
7000	0,9987	17000	0,9972
8000	0,9985	18000	0,9970
9000	0,9984	19000	0,9969
10000	0,9982	20000	0,9967

Man ist gewohnt, das spez. Gewicht jeder Luftart so anzugeben, daſs das der atmosphärischen Luft = 1 ist, z. B. der Sauerstoffluft zu 1,1148.

Wenn die Dalton'sche Theorie die wahre ist, so muſs man noch hinzusetzen, daſs man hierunter atmosphärische Luft am Ufer des Meeres versteht. Denn in einer Höhe von 20000 Fuſs, verhalten sich die spez. Gewichte der atmosphärischen Luft, und der Sauerstoffluft nicht mehr, wie 1 zu 1,1148, sondern wie 0,9967 zu 1,1148 oder wie 1 zu 1,1185.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

4.

Folgende Tafel zeigt, wie grofs das spez. Gewicht jeder Luftart, auf jeder Höhe ist, wenn man das der Mischung auf derselben Höhe = 1 setzt.

Tafel 3.

Höhe über dem Meere par. Fufs.	Spezifische Gewichte der		
	Stickluft.	Sauerstoffluft.	kohlensauren Luft.
0		1,1148	1,5000
1000	0,9691	1150	5003
2000	9693	1153	5007
3000	9695	1155	5009
4000	9697	1157	5012
5000	9699	1159	5015
6000	0,9703	1,1161	1,5018
7000	9704	1163	5020
8000	9706	1165	5023
9000	9707	1166	5025
10000	9708	1168	5027
11000	0,9709	1,1170	1,5030
12000	9711	1171	5032
13000	9712	1173	5035
14000	9714	1175	5037
15000	9716	1177	5039
16000	0,9717	1,1179	1,5041
17000	9719	1180	5043
18000	9720	1182	5045
19000	9722	1183	5047
20000	9723	1185	5049

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

5.

Mit Hülfe dieser Tafel läſst sich nun leicht bestimmen, wie viel von jeder Luftart dem Volumen nach in jeder Höhe seyn muſs. Oben fanden wir den Antheil der in 100 Theilen atmosphärischer Luft dem Gewichte nach von jeder Luftart ist, indem wir die Volumina, mit den specifischen Gewichten multiplicirten.

Jetzt finden wir umgekehrt die Volumina aus den absoluten Gewichten in Tafel 1, wo wir von dem Einfluſs der Dalton'schen Theorie handelten, wenn wir diesen in den spez. Gewichten in Taf. 3 hierselbst dividiren.

Tafel 4.

Höhe über dem Meere.	Es sind dem Volumen nach in 100 Theilen atmosphärischer Luft enthalten an		
	Stickluft.	Sauerstoffluft.	kohlens. Luft.
par. Fuſs.			
0	78,93	21,00	0,07
1000	79,03	20,90	0,07
2000	79,13	20,80	0,07
3000	79,23	20,70	0,07
4000	79,33	20,60	0,07
5000	79,42	20,51	0,07
6000	79,52	20,42	0,06
7000	79,62	20,32	0,06
8000	79,72	20,22	0,06
9000	79,81	20,13	0,06
10000	79,90	20,04	0,06

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Höhe über dem Meere.	Es sind dem Volumen nach in 100 Theilen atmosphärischer Luft enthalten an		
	Stickluft.	Sauerstoffluft.	kohlens. Luft.
par. Fuſs.			
11000	80,00	19,95	0,05
12000	80,09	19,86	0,05
13000	80,19	19,76	0,05
14000	80,28	19,67	0,05
15000	80,38	19,57	0,05
16000	80,47	19,48	0,05
17000	80,56	19,39	0,05
18000	80,66	19,29	0,05
19000	80,75	19,20	0,05
20000	80,84	19,11	0,05

6.

Man sieht aus dieser Tafel, daſs in einer Höhe von 20000 Fuſs in 100 Maaſs Luft, ungefähr 2 Maaſs Sauerstoff weniger vorhanden wären, als an der Oberfläche der Erde. Es fragt sich nun: Ob wir mit unsern Eudiometern eine so kleine Verschiedenheit im Sauerstoffgehalt in der Luft finden können?

Wir wollen uns hierbei an die neuern Arbeiten der Herren von Humboldt und Gay Lüssac halten, welche wohl die genauesten sind, die wir hierüber besitzen. In Gilbert's Annalen B. 20 sind S. 82 dreiſsig Versuche angeführt, bei denen diese Physiker den Sauerstoffgehalt der Luft immer zu 21 Procent gefunden haben, und es ist darunter nur einer, der 21,2 gibt, und hiernach zu schlies-

sen, können unsere Eudiometer allerdings einen Unterschied von nahe 2 Procent angeben.

Herr Gay Lüssac untersuchte die Luft, welche er von seiner aerostatischen Reise, aus einer Höhe von 20000 Fuſs mitgebracht hatte, sehr sorgfältig im Laboratorio der polytechnischen Schule (Gilb. Ann. B. 20 S. 33); allein es ist zu bedauern, daſs durch die Art, wie er diese Versuche anstellte, es unmöglich wird, aus ihnen Schlüsse für oder gegen die Theorie von Dalton zu ziehen. Er hatte nehmlich zwei luftleer gepumpte Glaskugeln mitgenommen, deren Hähne er in der gröſsten Höhe öffnete, welche er mit dem Ballon erreichte. Als die Luft hineingetreten war, schloſs er die Hähne, und öffnete sie nachher im Laboratorium, unter Wasser. Als dieses hineintrat, füllte es die halbe Kugel aus, da die Luft oben um die Hälfte dünner war, als an der Erde. Herr Gay Lüssac untersuchte nun diese Luft, auf die gewöhnliche Weise, mit dem Eudiometer, und fand, daſs sie 21,49 Theile Sauerstoff enthielt.

Da aber nach der Dalton'schen Theorie jede Luftart unter dem Drucke ihrer eigenen Atmosphäre steht, und auch nur durch diesen Druck im Wasser zurückgehalten wird, so sieht man leicht ein, daſs, wenn Herr Gay Lüssac in einer Gegend gewesen wäre, wo gar keine Sauerstoffluft mehr war, er doch bei diesem Versuche welche finden muste, nehmlich die, welche aus dem Wasser heraustrat, da sie durch keinen Gegendruck mehr darin gehalten wurde. Gesetzt, die Luft habe wirklich nur 19 Theile Sauerstoff enthalten, so konnte sie diese nur zeigen, wenn sie mit Quecksilber oder luftleerem Wasser gesperrt worden wäre; blieb sie aber eine Zeit lang mit Wasser in Berührung, welches so viel Sauerstoff in seinen Zwischenräumen hielt, als der Druck

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Sauerstoff-Atmosphäre, an der Erde in dem Wasser zurückzuhalten vermag, so sind alle eudiometrischen Versuche weiter nichts, als eine Analyse der Luft, die in dem Wasser unserer pneumatischen Wanne enthalten ist.

7.

Herr Professor Tralles sagt in den Annalen von 1807, B. 27, dafs Gay Lüssac in einer Höhe von 6600 Meter eben so viel Sauerstoff gefunden habe, als an der Erde, nemlich 21,49 Procent, und schliefst daraus, dafs die Dalton'sche Theorie nicht wahr sey, weil nach Dalton die Luft in einer Höhe von 6600 Meter, nur 19 Procent Sauerstoff hätte haben können. »Also entscheidet die »Erfahrung ganz deutlich genug gegen Dalton's Hypo»these.»

Das sind Worte von Professor Tralles.

Allein er bedachte nicht, dafs, wenn die Dalton'sche Theorie wahr ist, jede Atmosphäre blofs unter ihrem eignen Drucke steht, und dafs, wenn 19 Procent Sauerstoff wirklich vorhanden war, und die Atmosphäre stand mit der pneumatischen Wanne in Verbindung, die 21 Procent Sauerstoff enthielt, dann auch die Luft 21 Procent enthalten muste, wenn sie nemlich so lange darauf stand, als es nothwendig war zu diesem langsamen Durcheinandergehen.

Gay Lüssac, der in einer Höhe von 20000 Fufs gewesen war, war wahrscheinlich sehr müde, als er auf die Erde wieder zurückkam.

Auch von Saussüre's Reise auf dem Montblanc ist es bekannt, dafs als sie wieder in Chamouny kamen, sie sich zu Bett legten, und schliefen. Wahrscheinlich hat Gay Lüssac erst nach drei oder vier Tagen die eudiome-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

trischen Versuche angestellt. So lange die Hähne an den Glocken zu waren, that es nichts. Aber wenn sie offen waren und das Wasser eindrang, dann trat nach der Dalton'schen Theorie die Sauerstoffluft aus dem Wasser hervor, und vermischte sich mit der andern Luft.

Hat nun Gay Lüssac die Hähne gleich geöffnet und erst nach drei oder vier Tagen den Sauerstoffgehalt darin untersucht?

8.

Man hat den Sauerstoffgehalt in der Schweiz, in England, in den pontinischen Sümpfen und in der Luft an der Küste von Guinea überall zu 21 Theilen in 100 Theilen gefunden (Gilb. Annalen B. 20 S. 83).

Und selbst die verdorbene Luft aus den Hospitälern und dem Theater François, hat nach Seguin und Biot denselben Sauerstoffgehalt von 21 Theilen.

Rührt diese auffallende Erscheinung vielleicht wirklich daher, dafs die Dalton'sche Theorie die wahre ist, und dafs man bei diesen eudiometrischen Versuchen im Grunde nur die Luft in den pneumatischen Wannen von London und Paris untersucht hat? Die Luft, die in diesen ist, mufs nach der Dalton'schen Theorie immer einen Sauerstoffgehalt von 21 Theilen haben.

Um hierüber zu entscheiden, mufs man entweder mit luftreinem Quecksilber arbeiten, oder die Luft an Ort und Stelle zerlegen, wo sie geschöpft wird, weil, da die Luft im Wasser dieselben Bestandtheile hat, da sie unter denselben Atmosphären steht. In Europa wäre hierzu kein Ort schicklicher, als das Hospitium auf dem St. Bernhard, welches eine Höhe von 7668 Fufs über der See hat. Bei den gefälligen Geistlichen wird man diese Versuche mit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

aller Mufse anstellen können. Ein Mittel aus allen Versuchen müste da den Sauerstoffgehalt zu 20,2 angeben. Aus einem einzelnen Versuche bei einer Luftreise, oder bei der Besteigung des Montblanc, müste das Resultat immer mehr oder weniger ungewifs bleiben. Denn wenn der Wind eine Cubicmeile Luft aus dem Thale von Chamouny über den Montblanc führt, so wird diese sich zwar gleich, vermöge ihrer Elasticität, in dem Grade ausdehnen, als dieses der geringere Druck auf der gröfsern Höhe mit sich bringt; allein die verschiedenen Luftarten werden sich nicht so schnell durch einander bewegen, um unter sich den Zustand des Gleichgewichts hervorzubringen, der nach der Dalton'schen Theorie auf dem Montblanc statt finden mufs, da bekanntlich zu diesem Durcheinanderbewegen verschiedener Luftarten einige Zeit gehört.

Bei einem einzelnen Versuche kann man die Luft von einem gröfsern oder von einem geringern Stoffgehalt finden, als man auf diese Höhe erwartet, je nachdem der Wind die Luft aus den Thälern auf die Berge geführt hat, oder je nachdem die Luft durch niedersteigende Ströme, aus der Höhe in die Tiefe gebracht worden ist.

9.

Es ist wahrscheinlich, dafs wir auf dem Boden von noch mehrern noch so kleinen Atmosphären leben, als die der kohlensauren Luft, welche sehr wenig auf das specifische Gewicht der Luft wirken, und auch nur wenig auf unsere chemischen Reagentien, die aber einen starken Einflufs auf unsere Lungen ausüben und von denen es abhängt, dafs wir die Luft an einem Orte gesunder und angenehmer finden, als die an einem andern Orte. Wenn die kohlensaure Luft nicht die Eigenschaft hätte, selbst in sehr kleinen Mengen das Kalk-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wasser zu trüben, so wüsten wir wahrscheinlich nichts davon, dafs wir auf dem Boden einer kohlensauren Atmosphäre leben, die 0,03 Zoll Quecksilber trägt.

Nach Dalton durchdringt jede Luftart einen Raum, der schon von einer andern eingenommen ist, sehr langsam. Dieses erklärt es vielleicht, warum giftige Gasarten sich so lange auf einer Stelle aufhalten können, obschon sie nur unter dem Druck einer so äufserst kleinen Atmosphäre stehen, und also beständig streben, sich um die ganze Erde zu verbreiten, bis sie ins Gleichgewicht kommen. Dieses Gesammeltbleiben giftiger Gasarten, in Zisternen und Bergwerken, scheint sonst auf den ersten Anblick der Dalton'schen Theorie zu widersprechen *).

10.

Herr Professor Gilbert hat in seinen Annalen von 1812 B. 42. S. 185 folgende Bemerkung hierzu gemacht:

»Es dünkt mir, es sey nicht schwer, diese Bedenken »zu heben, welche Herr Doctor Benzenberg gegen unser »gewöhnliches eudiometrisches Verfahren äufsert, und ge»gen die Gültigkeit des daraus abgeleiteten Resultas, dafs »der Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft überall an »der Erde constant und ein und derselbe ist. Die Lehren »Daltons von der Art, wie die Gasarten im Wasser zu»rückgehalten werden (in Gilberts Annalen B. 29 S. 397.) »und die paradoxen Gesetze, welche er aus ihnen abge»leitet hat, sind theils zu einseitig, theils unrichtig. Das »bewies schon das Zusammenhalten derselben, mit den

*) Bei allen Rechnungen in diesem und dem vorigen Aufsatze, kömmt die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung nicht in Betracht, weil jede Gasart in demselben Verhältnisse, wie die Mischung, leichter wird.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

»Versuchen De Marty's, welche ich zu dem Ende in den »Annalen, unmittelbar hinter die Dalton'schen Lehren »gestellt habe. Und auf eine noch mehr in die Augen fal»lende Art, thun dieses die Folgerungen dar, welche Herr »Dr. Benzenberg hier aus ihnen zieht. Entwiche aus ge»wöhnlichem, nicht gekochtem Wasser Sauerstoffgas, sobald »keine Sauerstoffgas-Atmosphäre darauf drückt, so würde »es unmöglich seyn, Sauerstoff reines Wassergas, Stickgas, »kohlensaures Gas u. s. f. über gewöhnliches Wasser ge»sperrt zu erhalten, und nach der von Herrn Doctor Ben»zenberg hier berührten Meinung müsten alle diese Gasar»ten, wenn man sie so lange Zeit, als das eudiometrische «Verfahren erfordert, mit dem Wasser einer pneumatischen »Wanne in Berührung gelassen hätte, 21 Procent Sauer»stoff enthalten, welches gegen alle Erfahrung ist. Die »Herren Gay Lüssac und von Humboldt fanden bei ihren »vergleichenden Versuchen, mit dem Salpetergas und dem »Wasserstoffgas-Eudiometer in Luft, welche Thiere lange, »zum Theil bis zum Tode geathmet hatten, 15,2, 7,6, 4,9 »Procent Sauerstoffgas. Sie hätten, wäre jene Meinung »gegründet, 21 Procent finden müssen u. s. f.

»Uebrigens haben die Untersuchungen dieser beiden »Physiker bewiesen, dafs die im Wasser erhaltene Luft »Sauerstoffreicher sey, als die atmosphärische Luft, und »dafs das Wasser das Sauerstoffgas länger als das Stickgas »zurückhält.»

Es sind jetzt 18 Jahre her, dafs das gedruckt wurde was in Gilbert's Annalen 1812 stand, und noch keiner hat es untersucht, ob die Dalton'sche Theorie die wahre sey, oder die alte?

Woher kommt dieses?

Im Jahre 1815, wo ich in Paris war, hatten sie Gilbert's Annalen im Institut gar nicht, und selbst auf der

grofsen Bibliothek, wo sie durch die Buchhändler Threutel und Würz waren, waren sie nicht aufgeschnitten. Die Herren v. Humboldt und Gay Lüssac kannten die Annalen von 1812 vielleicht gar nicht.

Wenigstens mufs man dieses aus den Schallversuchen im Jahre 1822 schliefsen, wo sie die Annalen von 1812, worin meine Schallversuche stehen, gar nicht anführen; und in den Annalen von 1812 stehen auch die Versuche über die Dalton'sche Theorie, und die Menge des Sauerstoffes, die es nach ihr in unserer Atmosphäre gibt.

Wir brauchen uns also gar nicht darüber zu wundern, dafs sie den Sauerstoffgehalt unserer Atmosphäre nur nach der alten Theorie kannten, und dafs sie deswegen mit Quecksilber, oder mit Wasser, auf dem Oel geschüttet war, nicht die vorhandene Luftart sperrten, so wie es Berzelius und Dülong gethan haben. Denn wenn das Wasser die Luft aus der Atmosphäre an sich zieht, so ist dieses ein böser Umstand für solche Luftarten, welche rein sind.

Die Versuche, welche die Herren Gay Lüssac und von Humboldt mit Thieren anstellten, welche sie lange und zum Theil bis zum Tode darin geathmet hatten, und 15,2, 7,6, 4,9 Procent Sauerstoffgas enthielt, wollen auf die Dalton'sche Theorie wenig sagen. Denn ein Thier, das so verdorbene Luft athmet, ist in einer Zeit von 10 bis 15 Minuten todt, und die Sauerstoffluft hat dann nicht Zeit, um so schnell aus dem Wasser hervorzugehen, dafs sie ein anderes Ergebnifs macht.

In Deutschland haben unsere Männer vom Fache auch keine Rücksicht darauf genommen, ob man nach der alten Theorie oder nach Dalton arbeiten müsse. Wenigstens habe ich nichts davon gehört.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

X.

Ueber den Einflufs den die Dalton'sche Theorie auf die Lehre von der Strahlenbrechung hat.

1.

Eine Lehre, die eine ganz veränderte Ansicht von dem grofsen Ocean gibt, der unsere Erde von allen Seiten umfafst und auf dessen Boden wir leben, mufs weitgreifend in ihren Folgen seyn, und auf eine ähnliche Weise alle verwandten Capitel mit in ihren Kreis ziehen, wie dieses früher die Lehre Copernikus von der Bewegung der Erde, und die von Harvey vom Umlaufe des Bluts thaten.

Dalton's Lehre von den Zuständen elastischer Meere, die denselben Raum erfüllen, würde einen grofsen Einflufs auf die Theorie der Erd-Strahlenbrechung, und der Himmel-Strahlenbrechung haben; denn die Ablenkung des Lichts ginge dann in vier von einander ganz unabhängigen, elastischen Meeren vor sich.

2.

Beim gewöhnlichen Wasserwägen wäre die alte oder die neue Theorie dieselbige. Denn 100 Fufs mehr oder weniger von der Erde macht nichts aus, und die alte Theorie und die neuern, führen zu demselbigen Resultat.

Aber wenn man, wie beim Monte Gregorio, Höhenwinkel hat, die 16° betragen, so wird die Sache schon merklich. Die Ursache ist, weil die Stand-Linie so dicht am Berge vorbeiging, dafs der Höhenwinkel 16°, 31′ 10″ gemessen wurde.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Indefs ist die Strahlenbrechung bei 5757 Meter beim Monte Gregorio, nur 0,4 Meter, oder 1,2 Fufs. Dieses ist der Rede nicht werth.

Von Chasseral, der ungefähr 6000 Fufs über dem Meere ist, betrug die Strahlenbrechung bis auf den Montblanc, wenn man seine Entfernung zu 50000 Meter annimmt, ungefähr 16 Meter.

Herr Professor Tralles, der es unternahm, den Montblanc vom Chasseral zu bestimmen, mufste also die Gröfse der irdischen Strahlenrbrehung sehr genau kennen, als er es unternahm, die Höhe des Montblanc aus einer so grofsen Entfernung zu bestimmen. Man sehe hierüber die geometrische Messung des Monte Gregorio und des Montblanc nach, die im zweiten Abschnitt enthalten ist.

3.

Bei der himmlischen Strahlenbrechung kommt es sehr darauf an, wie hoch das Thermometer in einer Höhe von 5000 Fufs stehet.

D'Aubuisson's treffliche Abhandlung über das Barometer hat gezeigt, dafs es zu Zeiten 4°,3 zwischen unten und oben ist, und zu Zeiten 12°,1. Aber wo hat der Astronom den Wärmemesser, der ihm auf einer Höhe von 5000 Fufs die Wärme angibt? Wenn er sein Barometer und Thermometer beobachtet hat, so müfste er sagen können, wie hoch es in jeder Höhe, wie z. B. 5000 Fufs über ihm, stehe. Wie sehr er sich aber hierbei irren kann, sieht man, wenn man die Beobachtungen mit einander vergleicht, die D'Aubuisson auf dem Monte Gregorio angestellt hat.

Da der Berg ungefähr 900 Toisen hoch ist, so hätte der Unterschied immer ungefähr 9° seyn müssen. Allein er war den 8. Octbr. 12° und den 25. Octbr. 4° und dieses in einer Jahreszeit, die weder die heifseste noch die kälteste ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In folgendem Täfelchen sind alle Beobachtungen dargestellt.

1809. October.	Wärme der Luft. Unten.	Wärme der Luft. Oben.	Unterschied.
1	14°,8 R.	5°,8 R.	9°,0 R.
4	12, 4	1, 8	10, 6
7	14, 9	3, 0	11, 9
8	14, 7	2, 6	12, 1
17	16, 0	7, 9	8, 1
18	15, 6	7, 9	7, 7
20	13, 0	6, 5	6, 5
25	14, 3	10, 0	4, 3
30	10, 0	0, 6	10, 3
31	10, 6	1, 4	9, 2

Weil man bei der Berechnung der astronomischen Strahlenbrechung die Wärme der obern Luft nur durch Schlüsse finden kann, so müssen diese Rechnungnn immer einige Ungewiſsheit haben, da zufällige Umstände, die der Astronom nicht kennt, die Wärme der obern Luft vermehren oder vermindern können. Das Gesetz der Wärme-Abnahme gilt immer nur für das Mittel aus vielen Beobachtungen; aber welche Ausnahmen von diesem Gesetze an einem bestimmten Tage Statt finden, das kann niemand bestimmen.

Note über die Höhe des Montblanc,

gemessen von Herrn von Saussüre, den 3. August 1787.

1.

In Genf beobachtete, um 12 Uhr den 3. August 1787, Herr Senebier auf der Sternwarte, welche auf dem Wall liegt, und 13,5 Toisen, oder 81 Fuſs über dem Genfer See ist.

Das Barometer stand auf 27 Zoll, $3\frac{2}{1,5}$ Linien. Das De Lüc'sche Corrections-Thermometer für's Quecksilber stand + 11. Da dieses vom Eispuncte bis zum Siedepuncte 96° hat, (weil eine Quecksilbersäule von 27 Zoll sich um

6 Linien oder um $\frac{96}{16}$, vom Eispuncte bis zum Siedepuncte ausdehnt,) so hat man $\frac{11}{16}$ abzuziehen, um die Länge der Quecksilbersäule bei 10° zu finden, welches bei De Lüc die Normal-Temperatur für's Quecksilber war, so wie $16\frac{3}{4}$ Gr. R. die Normal-Temperatur für die Luft war.

Man hat demnach . . . 27 Zoll $3\frac{2}{16}$ Linien
$\div$ $\frac{11}{16}$ Linien

Also bei 10° R. ist die Länge der
Quecksilbersäule . . . 27 Zoll $2\frac{7}{16}$ Linien.

De Lüc's Thermometer hatte bei 10° R. den Nullpunct. Von seinem Nullpuncte zählt er bis zum Eispuncte 12°, und bis zum Siedepuncte 84°. Wenn also Herr Professor Senebier das Corrections-Thermometer zu + 11° beobachtete, so waren dieses 12 + 11 = 23° vom Eispuncte. Diese 23° sind 19,2 R.

Die Wärme der Luft im Schatten war 22°,6 R.

Verwandeln wir die Linien, und die 16 Theile der Lin. in Dezimalen des Zolls, so steht die Genfer Beobachtung also:

Barometer . . . . 27,262 Zoll
Wärme des Quecksilbers + 19,2 Gr. R.
Wärme der Luft . . + 22,6 Gr. R.

Das Barometer des Herrn Senebier wurde mit Nr. 1 bezeichnet.

2.
Messung auf dem Montblanc.

Auf dem Montblanc hatte Herr v. Saussüre zwei Barometer mitgenommen, welche mit Nr. 2 und Nr. 3. bezeichnet wurden.

Das Barometer Nr. 2 stand 3 Fuſs über dem Gipfel auf 16 Zoll $0\frac{8}{16}$ Linien. Das Thermometer am Barometer stand + 1°,2 R.

Ein anderes Thermometer stand im Schatten auf $\div$ 2°,3 R.

Das Barometer Nr. 2 hatte aber immer um $\frac{38}{16}$ Linien höher gestanden, als das Barometer Nr. 1, welches zu Genf war. Diese muſs man daher von der beobachteten Höhe abziehen. Man hat also: 16 Zoll $0\frac{8}{16}$ Linien
$\div$ $\frac{38}{16}$ Linien

Bleibt 16 Zoll $0\frac{+2}{16}$ Linien.

Verwandeln wir nun die Linien und die Sechzehntheile der Linien in Dezimaltheile des Zolls, so haben wir folgendes für die Beobachtung auf dem Montblanc:

Das Barometer Nr. 2, stand um 12 Mittags auf 16,022 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . . . + 1°,2 R.
Wärme der Luft . . . . . $\div$ 2°,3 R.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Dafs das Thermometer am Barometer auf + 1°,2 R. oder auf 10°,6 De Lüc gestanden hat, schliefse ich aus folgendem:

Herr De Lüc's Corrections-Thermometer, so wie er es in seinem Werke über die Veränderung der Atmosphäre im zweiten Theile hat in Kupfer stechen lassen, gründet sich auf den Barometerstand von 27 Zoll, wo das Quecksilber sich vom Eis- bis zum Siedepuncte, um 6 Linien ausdehnt. Für jeden andern Stand muste er eine Correction anbringen, deren Tabelle er ebenfalls hat in Kupfer stechen lassen, und die mit 29 Zoll anfängt. Da diese Tabelle aber nicht bis 16 Zoll gehet, so berechnete Saussüre aus der Correction von 29 Zoll, welche 11,4 Sechzentheile ist für 16 Zoll, zu 6,4 Sechzehntheile.

Wenn aber die Correction für 29 Zoll, 11,4 Sechstheile der Linie war, so war sie für 27 Zoll 16,6 Sechzehntheile, und hiernach muste das De Lüc'sche Thermometer auf 10,6 gestanden haben. Diese 10,6 sind aber 8°,8 R.

Da nun das De Lüc'sche Thermometer seinen Nullpunkt bei 10° liegen hatte, so bleiben + 1°,2 übrig; wenn man von diesen 10 Grad die 8°,8 R. abzieht. Folglich ist die Wärme des Quecksilbers im Barometer + 1°,2 R. geweser.

3.

Messung auf dem Montblanc mit dem Barometer Nro. 3.

Dieses Barometer war mit dem von Nro. 1, welches Herr Senebier in Genf hatte, völlig übereinstimmend, und Herr von Saussüre bringt bei ihm keine Correction an.

Diese stand des Mittags um 12 Uhr auf 16 Zoll $0\frac{427}{16}$ Linien. Die Wärme des Quecksilbers war + 2°,2 R. Das Quecksilber war also in diesem noch 1° wärmer als in dem andern. Es hing ebenfalls 3 Fuss über dem höchsten Gipfel.

Dafs das Quecksilber + 22°,2 R. oder ÷ 9°,3 De Lüc waren gewesen, schliefse ich aus folgender Angabe des Herrn von Saussüre. Er sagt nehmlich, dafs die Corrections-Thermometer für den Barometerstand von 29 Zoll auf 10 Sechzehntheile geben, welches für 16 Zoll 5,52 Sechzehntheile gibt.

Nach dieser Angabe hätte es für 27 Zoll 9,3 Grad gegeben. Diese ÷ 9,3 Grad nach De Lüc sind aber 7°,8 R., welche von 10° abgezogen + 2°,2 R. geben.

Verwandeln wir wieder die Linien und die Sechszehntheile der Linie in Dezimale des Zolls, so haben wir folgende Angaben:

Das Barometer Nr. 3. stand 16,024 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . + 2°,2 R.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 2,3 R.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Dieses sind die Beobachtungen, welche Herr Saussüre des Mittags um 12 Uhr auf der Spitze des Montblanc mit den beiden Barometern Nr. 2 und Nr. 3 angestellt hat.

4.

Diese beiden Beobachtungen sind Seite 94 berechnet. Eine Kleinigkeit weichen sie ab. So ist z. B. in Genf das Barometer = 27,260 Zoll; hier ist 27,262 Zoll, welches $2\frac{1}{2}$ Fuss auf 13659 Fuss beträgt. Dann ist das Barometer in Genf zu 78 Fuss über den Genfer-See angegeben; hier ist es zu 13,5 Toisen oder 81 Fuss angegeben. Dieses sind Kleinigkeiten.

Aber um 2 Uhr machte Herr von Saussüre noch folgende Barometermessung bekannt, welche ich mit seinen eigenen Worten hier hin setzen will:

Mai j'observai l'encor le Barometre sur la cime du Montblanc a 2 h. de l'apres midi. Je comparerai d'abord cette observation avec celle, qui M. de Senebier fit a Geneve a la meme heure.

Sur le Montblanc toute correction fait 16„ 1„ 0„ 38
a Geneve . . . . 27„ 2„ 14„ 05
La temperatur de l'eur a Geneve doit, + 22°, 13
et sur le Montblanc . . . . ÷ 1°, 3
und Seite 195 sagt er: a deux heures l'àpres midi celui a l'ombre vint a — 2,5 mais celui au solect n'avait pas varié, il etoit toujour a — 1°,3.

Diese tout Correction fait, wird wohl heifsen:

1 Dafs er beide Barometer beobachtet hat.

2 Dafs er die Berichtigung von 3,83 Sechzehntheile am Barometer Nr. 2. angebracht, um die es höher stand, als Nr. 1., welches Herr Senebier in Genf hatte.

3 Dafs die Länge der Quecksilbersäule uuf 10° gebracht worden, als den Nullpunct des De Lüc'schen Thermometers.

Für die Temperatur der Luft mufs man aber nicht die Angabe setzen von dem Thermometer, was in der Sonne stand, sondern des Thermometers, was im Schatten hing, welches ÷ 2°,5 angab.

Verwandeln wir die Linien und die Sechzehntheile der Linie in Dezimale des Zolls, so haben wir folgende Zahlen:

Beobachtung auf dem Montblanc um 2 Uhr.
Barometer auf dem Montblanc bei 10° R. = 16,685 Zoll.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 1°,5 R.
Barometer zu Genf bei 10° R. . . . + 22°,13 R.

In Genf hing das Thermometer, welches die Wärme der Luft anzeigte, nach Norden und im Schatten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das Haarhygrometer stand oben auf dem Montblanc 51 °, und unten in Genf 77 °.

Rechnung.

Der Wärmemesser stand unten . .		+ 22 °, 13 R.
oben . .		÷ 2 °, 50 R.
		19 °, 63 R.
Also die mittlere Wärme der Luft war . .		9 °, 81 R.
	27,240	p. Zoll.
Die Tafel 1 gibt für 0° 86 R.	÷ 0,001	
	27,239	p. Zoll bei 9°,81 R.
	16,085	p. Zoll.
Die Tafel 1 gibt für 0°,81 R.	÷ 0,001	
	16,084	p. Zoll bei 9°,81 R.

Die Länge der Quecksilbersäule von Genf bis auf den Montblanc war 27,239 Zoll ÷ 16,084 Zoll = 11,155 Zoll bei 9°,81 R.

Log. 27,2 Zoll bei 9°,81 R. =	5,60580	
für 0,039 p. Zoll . . .	+ 143	
27,039		5,60723
Log. 16,0 Zoll bei 9°,81 R. =	5,07517	
für 0,084 par. Zoll . ,	+ 523	
16,084		÷ 5,08040
Beide von einander abgezogen . .		= 0,52683
Die beständige Zahl für 9°,81 R. ist . .		25612
Beides multiplicirt		13494 Fuſs.
Nr. 4. Berichtigung wegen der Feuchtigkeit		+ 65 »
Nr. 5. Veränderung der Schwere in Hinsicht der Breite		÷ 2 »
Nr. 6. Wegen Abnahme der Schwere in Hinsicht der Höhe		+ 43 »
Nr. 7. Wegen der Dalton'schen Theorie .		÷ 30 »
Höhe des Kabinets über der See . . .		+ 78 »
Höhe des Montblanc über dem Genfer See		13648 Fuſs.
Nach Professor Tralles Messung .		= 13659 »
		Unterschied 11 Fuſs.

Diese Messung ist also bis 11 Fuſs genau. De Lüc hat $\frac{1}{4320}$; Laplace hat $\frac{1}{4330}$; Dülong hat $\frac{1}{4440}$. Das würde also nach De Lüc auf die Höhe des Montblanc 5 Fuſs betragen, wenn man es nach Dülong annimmt.

Dann war die Beobachtung im August, wo nach Seite 75 ein Fehler im Haarhygrometer auf 13659 Fuſs, nur 3 Fuſs der ganzen Höhe fehlte. Die 5 Fuſs müssen addirt werden, und die 3 Fuſs abgezogen, so daſs der Unterschied 2 Fuſs beträgt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wir haben demnach folgendes für die Dalton'sche Theorie:

1. Die Messung auf dem Montblanc nach der ersten Beobachtung . . . . . + 23 Fuſs.
2. Die nach der zweiten Beobachtung . , + 34 „
3. Die nach der dritten um 2 Uhr . . ÷ 9 „

Unterschied 15 Fuſs.

Dieser Unterschied von 15 Fuſs ist ungemein klein von einem Berg, der 13659 Fuſs hoch ist. Die Witterung muſs diese Messung ungemein begünstigt haben, denn Genf ist vom Montblanc doch 18 Stunden. Dann hat Herr von Saussüre, der selber ein groſser Kenner der Instrumente für's Höhenmessen war, sehr sorgfältig auf das Thermometer geachtet. Wenn er einen Grad Fehler hatte, so machte dieses schon 60 Fuſs. Ich habe den Genfer-See zu 206 Fuſs unter dem Neufchateler angenommen, gerade so, wie es Pictet und Saussüre nivellirt hatten. Doch ist 186 Fuſs nach Tralles vielleicht richtiger, welches mit Professor Munke, der 190 Fuſs angibt, sehr nahe übereinstimmt. Im Ganzen ist es nur 20 Fuſs von einander. Die Wasserhöhe im Neufchateler-See wechselt $7\frac{1}{2}$ Fuſs, und die im Genfer wechselt 5 — 6 Fuſs. Ihre Entfernung ist 5 d. Meilen.

Den Montblanc über dem Neufchateler See, habe ich nach Tralles zu 13453 p. Fuſs angenommen. Den Neufchateler-See, über das Weltmeer zu 1340 Fuſs, und den Montblanc über das Weltmeer zu 14793 Fuſs.

Erklärung der Kupfer.

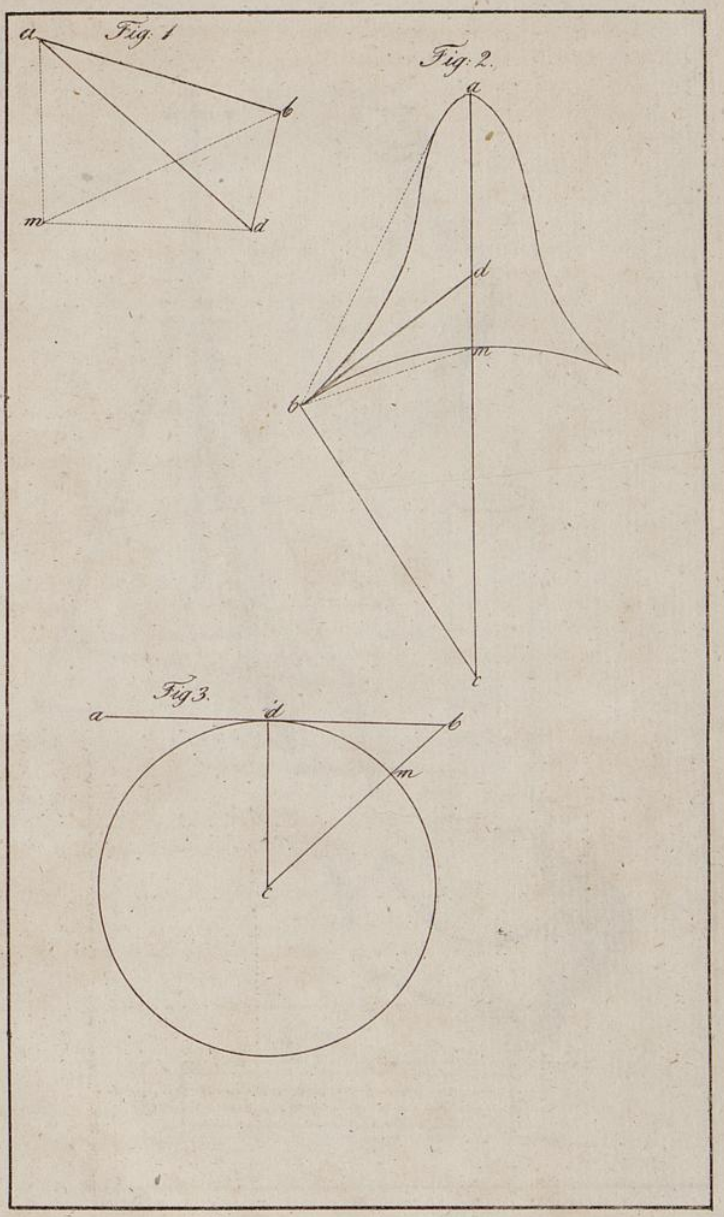
I. Die Höhenmessung der Berge.
II. 1) Das Fortinsche Barometer. 2) Das Monochord. 3) Die Glocke. 4) Die Glocke mit der Orgelpfeife.
III. 1) Das Centrifugal-Pendel an der Uhr. 2) Die Scheibe. 3) Das Pendel an der Scheibe. 4) Das halbe Secunden-Pendel.

Druckfehler.

Seite 16, Zeile 10. Kohlens. Gas, lies 0,0278 statt 6,2078.
— 45, Zeile 3, muſs + seyn, statt ÷
— 67, Nr. 1. von unten, lies 5259,9 Fuſs, statt 5250,9 Fuſs.
— 74, Zeile 3 von oben, lies 0° statt 3°.
— 82, Tafel 7, lies ÷ 16.
— 82, Zeile 2 von unten, lies 27,612 statt 27,300 Zoll.
— 85, Zeile 3 v. u., lies 1711,04 Meter, statt 2711,04 Met.
— 107, Zeile 13, lies 874.
— 107, Zeile 3, fehlt 11413, und
Zeile 1 von unten fehlt 900.
— 148, Zeile 22 lies ÷ 208.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tabula I.

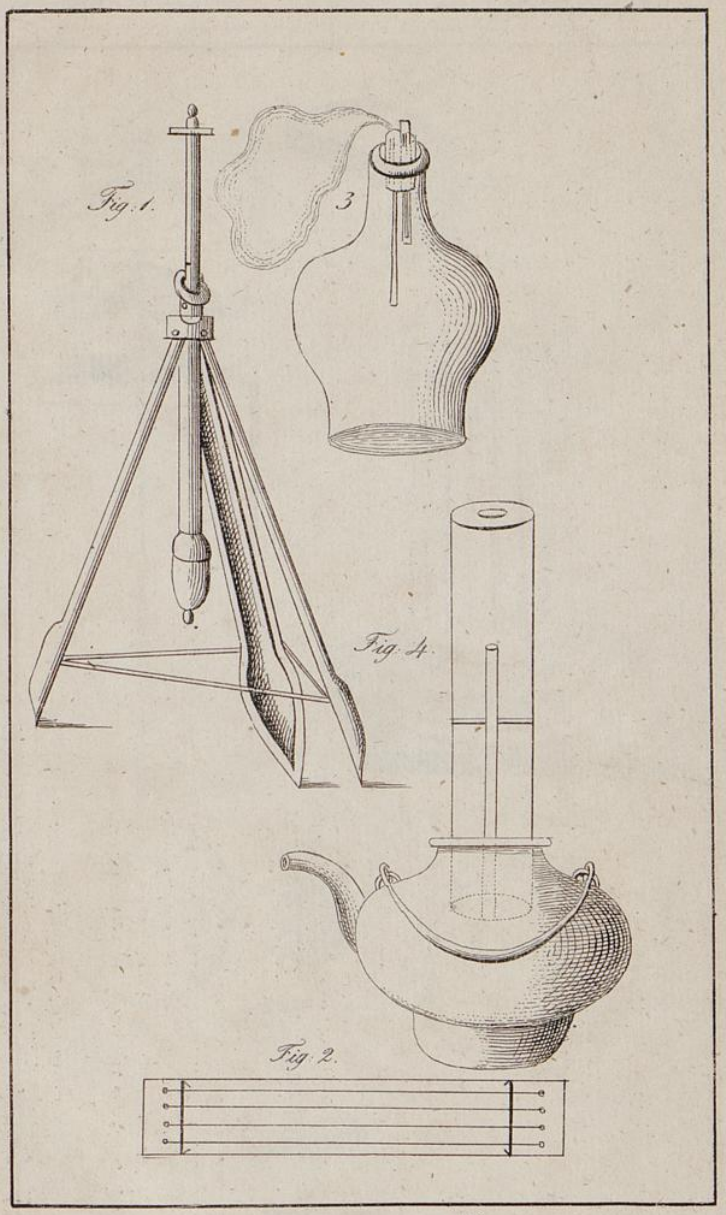


Höhemessung der Berge.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Tabula II.



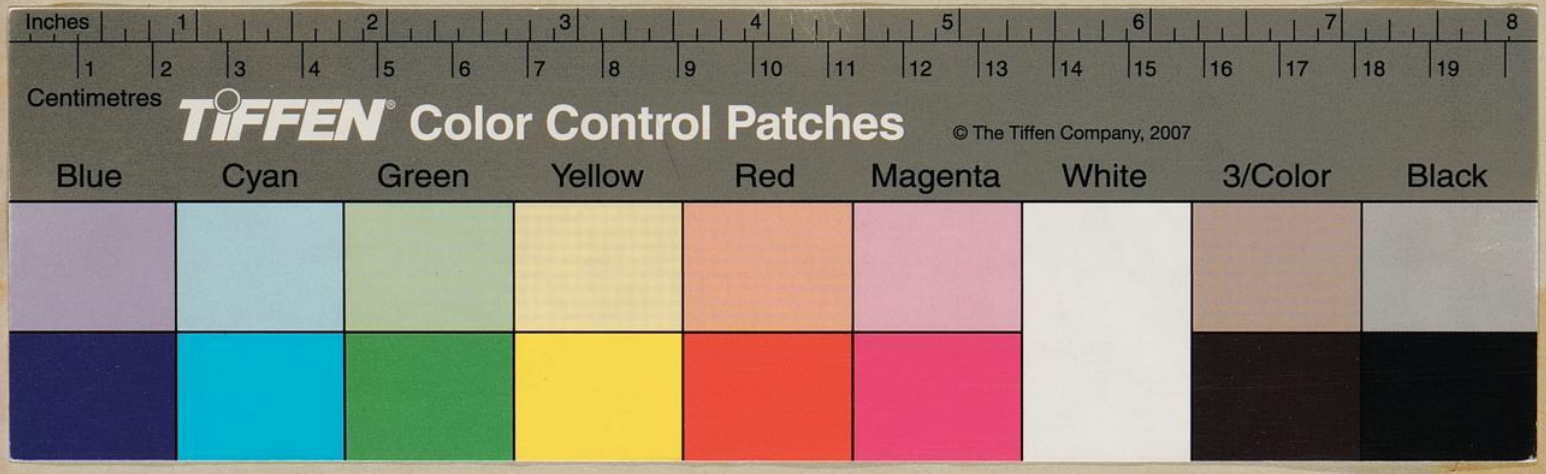
1, Das Barometer 2, Monochort.
3, Die Orgelpfeife 4, der Zylinther.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf