IV.

W Ä G U N G

*der Gasarten, des Quecksilbers und des
Wassers; und Bestimmung des Coeffi-
cienten für Höhenmessungen durch
das Barometer,*

von

den Herren Biot und Arago. *)

Mit Bemerkungen von Gilbert.

Zu der Wägung der atmosphärischen Luft und der Gasarten diente ein großer Glasballon, der zuerst luftleer und dann gefüllt mit Luft oder mit Gas gewogen wurde. Eine sehr genaue Wage, eine vorzügliche Luftpumpe und die oben S. 42 beschriebene Einrichtung an den Hähnen der Gasrecipienten, aus denen man den Ballon füllte, setzten die Herren Biot und Arago in den Stand, hierbei eine sehr große Genauigkeit zu erreichen.

Bei dem Abwägen wurde nicht nur auf den Stand des Barometers und des Thermometers gesehen, sondern auch auf den Stand des Hygrometers. Denn, sagt Herr Biot, da das specifische

*) Nach der dritten Note, welche ihrer Abhandlung über die Verwandtschaften der Körper zum Lichte angehängt ist.

Gilb.

Gewicht des Wasserdampfs bei gleicher Elasticität nur $\frac{10}{74}$ von dem specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft beträgt, so verliert der Ballon, wenn er in feuchter Luft gewogen wird, weniger als in völlig trockener Luft an seinem Gewichte. „Die Menge des Wasserdampfs, der sich in der Luft befindet, wenn sie damit gesättigt ist, wird durch eine Formel gegeben, welche sich in der *Mécanique céleste* findet, und die Herr Laplace aus den Versuchen Sauffure's und Dalton's hergeleitet hat. *)
Zwar ist die Luft nicht immer mit Feuchtigkeit gesättigt; allein, das Hygrometer lehrt uns den Grad der Sättigung derselben kennen; und da für die Temperatur, in welcher wir unsere Wägung vorgenommen haben, Versuche von Sauffure vorhanden sind, welche die verhältnismässige Menge des verdunsteten Wassers für jeden Grad des Hygrometers sehr nahe bestimmen, so hatte es keine Schwierigkeit, aus diesen Resultaten eine Formel abzuleiten, die das absolute Gewicht der Gasarten giebt, so wie wir es gefunden haben würden, hätten wir sie im luftleeren Raume, bei 0° Wärme und unter dem constanten Drucke von 0,76 Mètres wiegen können.“

Wir haben stets die Vorsicht gebraucht, hinter einander den Ballon gefüllt und luftleer in der mög-

*) Die Formel, welche in den *Annales*, XXV, 431 und 434, steht. Gill.

nicht kleinsten Zwischenzeit zu wiegen, damit die dünne Lage von Wasserdunst, womit die Oberfläche des Glases sich bezieht, in beiden Fällen dieselbe bleiben möchte; denn eine Veränderung derselben könnte eine merkbare Einwirkung auf die Resultate haben. Durch diese Vorichtsmaafsregeln haben wir es dahin gebracht, dafs unfre Resultate nach allen Correctionen nur um einige Tausendtel eines Gramms von einander abwichen, ob sie gleich bei sehr verschiedenen Zuständen der Atmosphäre erhalten worden sind. Die Ausdehnung des Glases nach der Länge wurde für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerscale angenommen zu 0,0000087572, nach den Versuchen der Herren Laplace und Lavoisier. Dieses drei Mahl genommen, giebt die Ausdehnung des Volumens, gleich 0,0000262716.“

Es sey bei einem Barometerstande von p Mètres, und einer Temperatur von t Centesimalgraden, der Gewichtsunterschied des leeren Ballons und des Ballons voll Luft $= A$. Die Ausdehnung wegen des Glases für 1° Wärme sey k oder 0,0000262716; die Ausdehnung des Queckfilbers für 1° Wärme sey $\frac{1}{5412}$ des Volumens bei 0° Wärme; und endlich bezeichne T die Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs. Folgende Formel giebt dann den Gewichtsunterschied (A), wie er bei 0° Wärme, bei 0,76 Mètres Druck und bei einem Abwägen im luftleeren Raume sich gefunden haben würde.

$$(A) = \frac{A \cdot 0^m,76 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)}{(p - \frac{2}{7}T) \cdot (1 + kt)} \cdot *)$$

„Die Spannung T “, wiederholt Herr Biot, „haben wir nach der Formel des Hrn. Laplace in

*) Denn es sind die Gewichte (A) , A der Luftmassen im Normalzustande und zur Zeit der Beobachtung ihrem Volumen direct, dem Drucke, unter dem sie stehn, ebenfalls direct, ihrer Temperatur aber indirect proportional, oder

$$(A): A = (0^m,76 : p - \frac{2}{7}T) + (1 : 1 + kt) + (1 + t \cdot 0,00375 : 1).$$

In dem Normalzustande, auf welchen Herr Biot alle Gewichte reducirt, wird die Luft unter $0^m,76$ Druck und bei 0° Wärme, als völlig trocken angenommen. In dem Zustande, in welchem sie sich bei der Beobachtung befindet, ist sie aber feucht; und zwar mögen die Wasserdämpfe in ihr einer Quecksilberläule von T Mètres durch ihren Druck das Gleichgewicht halten, oder, mit andern Worten, eine Spannung T haben, während der ganze Druck der feuchten Luft p Mètres betrage. Nach Dalton kömmt dann auf die trockene Luft zur Zeit der Beobachtung nur der Druck $p - T$. Der Wasserdampf ist bei einerlei Spannung mit der atmosphärischen Luft specifisch leichter als diese. Um wie viel? darüber weichen die Bestimmungen, welche Herr Laplace aus Dalton's Versuchen gezogen hat, und die, welche mir aus ihnen zu fließen schienen, wesentlich von einander ab.

Nach Herrn De La Place ist das spec. Gewicht des Wasserdampfs in allen Temperaturen $\frac{1}{12}$ vom specifischen Gewichte der Luft unter gleichem Drucke und gleicher Wärme. Nach ihm würden also die specifischen Gewichte von trockener und

der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 273, [*Annalen*, XXV, 431,] und nach dem Grade der Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit geschätzt, welche aus

von feuchter Luft, die beide unter dem Drucke p und der Temperatur t stehn, wenn der Wasserdampf in letzterer die Spannung T hat, sich verhalten wie $p : p - T + \frac{10}{144} T$, oder wie $p : p - \frac{2}{7} T$; und dieses ist die Gröfse, welche in der obigen Formel statt p steht.

Mir schien aus Dalton's Ansichten zu folgen, dafs, wenn die zur Temperatur t gehörige Elasticität des Wasserdampfs in Theilen des Luftdrucks ausgedruckt T' ist, und das specifische Gewicht des Dampfs, des unter $0^m,76$ Druck siedenden Wassers, $\frac{10}{144}$ vom specifischen Gewichte der Luft im Normalzustande beträgt, [*Annalen*, XXV, 405, Anm.,] das specifische Gewicht des Wasserdampfs von t Grad Wärme $\frac{T'}{1,44}$ sey. Und daraus folgt, dafs, wenn die Spannung des in der Luft wirklich vorhandenen Wasserdampfs T Mètres, der Druck der feuchten Luft p Mètres und die Wärme t Grad nach dem Centesimal-Thermometer ist, die specifischen Gewichte völlig trockner und solcher feuchter Luft sich zu einander verhalten müssen, wie $p : p - T + T \cdot \frac{T'}{1,44}$, oder wie $p : p - T \cdot (1 - 0,7 \cdot T')$; da $\frac{10}{144} = 0,0694$ ist, und wir für diese mit $T T'$ multiplicirte Gröfse, ohne merkbaren Fehler 0,7 setzen dürfen. Die obige Formel verwandelt sich hiernach in folgende:

$$(A') = \frac{A \cdot 0^m,76 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)}{[p - T \cdot (1 - 0,7 \cdot T')] \cdot (1 + k t)}$$

Bedeutet (ΔA) die Gröfse, um welche dieser

der Tabelle in Sauffure's Hygrometrie genommen wurde. So fand sich folgendes für die atmosphärische Luft.

Werth (A') den der obigen Formel (A) übertrifft, so hat man sehr nahe

$$(\Delta A) = (A) \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{T}{p} \left(1 - T' + \frac{T}{p} \right)$$

welches ΔA nur sehr wenig zu klein giebt. Die Werthe von T' giebt die Temperatur der Luft; es sind die Zahlen aus Dalton's Tabelle, *Ann.*, XV, 8, dividirt durch 30. Wenn man will, kann man diese Zahlen auch aus der Formel nehmen, durch welche Herr Laplace diese Tabelle darzustellen versucht hat, oder noch besser aus der Formel des Hrn. Soldner, *Annalen*, XVII, 65. (VIII) Wäre die Luft zur Zeit der Beobachtung völlig mit Feuchtigkeit gesättigt, so würden die Wasserdämpfe in ihr einen Druck von $T' \cdot 0^m,76$ ausüben, welches auch die Grösse von p sey. Denn die Elasticität des Wasserdampfs hängt bloß von der Wärme, nicht vom Drucke der Luft ab, und ist bei einerlei Wärme im luftleeren und im luftvollen Raume, und bei jeder Dichtigkeit der Luft, ganz gleich. Aus dem Hygrometerstände findet man nach der Tabelle, welche Sauffure in seiner Hygrometrie, §. 173, giebt, das Verhältniß der Menge des Wasserdampfs in der Luft, wenn sie völlig feucht wäre, zu der Menge desselben in dem Zustande der Beobachtung. Ist diese Zahl h , so ist also

$$T = h \cdot T' \cdot 0^m,76.$$

So würde, meiner Meinung nach, Dalton's Ansichten gemäß, die Rechnung zu führen seyn, um das beobachtete Gewicht auf das Gewicht der Luft in dem Normalzustande zu reduciren. *Gilb.*

März.	S t a n d d e s			
	Barometers	Thermometers		Hygro- meters.
	Mètres.	des Barometers.	in der Luft.	
1	0,7609	+ 10°,5	+ 10°,5	89°
2	0,7632	9,6	9,7	89
3	0,7552	11,5	11,5	89
6	0,7650	9,5	9,5	80
11	0,7358	7,8	8,8	83,5
12	0,7272	9,0	10,0	83
12	0,7290	7,9	8,9	83,5
12	0,7255	8,5	9,5	83,3

Mittel aus allen Versuchen

Mittel mit Ausschluss des Verf. am 11ten März

Das Detail der einzelnen Abwägungen der *Gasar-*
ten giebt Herr Biot weder in der Abhandlung selbst,

*) Der Hahn war an den Ballon angelöthet, und da-
durch das Gewicht vermehrt, nicht aber der In-
halt des Ballons verändert worden. B.

**) Bei allen diesen Reductionen der beobachteten Ge-
wichte auf das Gewicht der Luft im Normalzustan-
de, (bei 0° Wärme, 0^m,76 Druck und völliger
Trockne,) liegt die im Texte stehende Formel und
also das specifische Gewicht des Wasserdampfs nach
der Bestimmung des Hrn. Laplace zum Grunde.
Wir haben in der vorigen Anmerkung gesehen, dass

	1ste	2te	3te
$T' =$	0,0129	0,0123	0,01369
$0,7 \cdot T' =$	0,009	0,0086	0,0096
$h =$	0,864	0,864	0,864
$T =$	0 ^m ,00846	0 ^m ,00807	0 ^m ,00899
$p =$	0 ^m ,75943	0 ^m ,76185	0 ^m ,7536
$p - T(1 - 0,7 T') =$	0 ^m ,75104	0 ^m ,75385	0 ^m ,74470
$(A') =$	78,2983	78,3049	78,3173

des luftleeren Ballons.	Gewicht in Grammes		reducirt auf den Normalzu- stand.
	des offenen Ballons voll Luft.	folglich der Luft.	
10228,062	10298,013	68,951	78,2554
026	018	6,992	7,2543
1031,515	1038,389	6,874	7,2580 *)
,369	,386	7,017	7,2479
,621	,386	6,765	7,2442
,718	,386	6,668	7,2580
,679	,386	6,707	7,2526
,736	,390	6,654	7,2462
.	.	.	7,25215
.	.	.	7,25323 **)

noch in den Noten; alles, was davon vorkommt, sind die allgemeinen Resultate in der S. 94 mitgetheilten

Sie etwas anders ausfällt, wenn man das specifische Gewicht des Wasserdampfs so bestimmt, wie Dalton's Ansichten es mir zu fordern schienen. Ich habe alle Versuche, dem Detail, welches die Tabelle von ihnen angiebt, entsprechend, nach der Formel für A' berechnet, welche ich in der vorigen Anmerkung entwickelt habe, und ich setze hier die Hauptresultate dieser Berechnung her, damit Physiker Sie mit desto weniger Mühe prüfen können.

6te	11te	12te	12te	12te März
0,0121	; 0,0116	; 0,0125	; 0,0117	; 0,0123
0,0085	; 0,0081	; 0,0087	; 0,0082	; 0,0086
0,727	; 0,78	; 0,773	; 0,78	; 0,78
0m,00668	; 0m,00688	; 0m,00734	; 0m,00693	; 0m,00730
0m,76366	; 0m,73474	; 0m,7260	; 0m,7280	; 0m,7244
0m,75703	; 0m,72791	; 0m,71872	; 0m,72112	; 0m,71716
78,73039	; 78,2773	; 78,3147	; 78,2855	; 78,3113

Tabelle. Da die Gasarten, mit denen die Versuche angestellt wurden, alle mehrmahls durch Wasser gestiegen, und nicht getrocknet worden waren, so mußten sie im Maximo feucht seyn. Ob dieser Umstand auf die Bestimmung des Verhältnisses ihrer specifischen Gewichte in der angeführten Tabelle

Das Mittel aus allen diesen Werthen ist $7^8,3016$, und mit Ausschluss der Beobachtung am 1ten März $7^8,3052$. Die beiden äußersten Zahlen weichen hier um $0^8,0400$, bei Herrn Biot nur um $0^8,0138$ ab. Berechnet man nach der Formel $p - \frac{2}{7} T = \frac{(A')}{(A)}$, ($p - T \cdot (1 - 0,7 T')$), welchen Werth Herr Biot für T genommen hat, so finden sich folgende: am 1ten März $0,01382$; am 3ten März $0,00997$; am 6ten März $0,00273$, am 11ten März $0,01225$; und berechnet man umgekehrt, welche Werthe von A den hier gefundenen von A' und T entsprechen, so erhält man für diese vier Versuche der Reihe nach $7^8,241$; $7^8,2559$; $7^8,2581$; $7^8,2291$; statt welcher bei Herrn Biot folgende stehn: $7^8,2554$; $7^8,2580$; $7^8,2479$; $7^8,2444$. Hat Herr Biot wirklich für T andere Werthe genommen, als die oben stehenden? und was berechtigte ihn dazu? oder kommen vielleicht Druck- oder Schreibfehler in der Tabelle vor? oder liegt diese Abweichung in Rechnungsfehlern von meiner Seite? (woran ich indess zu zweifeln Ursache habe.) Da das specifische Gewicht der Luft im Normalzustande ein Fundamentaldatum für die ganze Physik ist, so dürfte alles dieses einer weitem Erörterung durch andere Physiker nicht unwerth seyn.

Gillb.

keinen Einfluss habe, hängt davon ab, ob sie alle bei gleicher Temperatur gewogen worden sind oder nicht, worüber uns Herr Biot wahrscheinlich künftig belehren wird.

Um das Gewicht des *Quecksilbers* mit der möglichsten Genauigkeit zu erhalten, wählten die Herren Biot und Arago nach einigen Versuchen folgendes Verfahren. Sie nahmen einen kleinen gläsernen Kolben, (Taf. II,) der einen sehr engen Hals hatte, und dessen Mündung eben abgeschliffen war, und füllten ihn langsam mit destillirtem Quecksilber, das sie von Hrn. Berthollet erhalten hatten. Dieses ließen sie aus Trichtern mit haarförmigen Röhren hinein laufen, damit die Luft langsam und so genau als möglich möchte heraus getrieben werden, setzten dann den Kolben in ein Sandbad, und brachten das Quecksilber zum Kochen, um die kleine Lage Wasserdunst davon zu jagen, mit der das Glas stets überzogen ist. Als das Quecksilber noch eine bedeutend hohe Temperatur hatte, setzten sie den Kolben unter den Recipienten der Luftpumpe, um noch vollends alle Luft heraus zu ziehen; doch zeigte sich dabei weiter keine Spur derselben. Sie warteten einen ganzen Tag, damit die Masse bis zur Temperatur der Luft herab kommen möchte, und ließen von Zeit zu Zeit etwas Quecksilber hinzulaufen, so wie dieses sich bei abnehmender Temperatur verdichtete. Als endlich sehr empfindliche Thermometer, die sie an die Außenseite hielten, keine Verschiedenheit der Temperatur von der der

Luft zeigten, schoben sie eine matt geschliffene Glasebene über die Mündung des Kolbens, um das über dem Niveau der Mündung stehende Quecksilber zu entfernen, und wogen das Ganze mit größter Vorsicht.

Gesah dieses Wägen bei einer Temperatur von t Centesimalgraden, und bezeichnen wir das Gewicht des Quecksilbers auf den luftleeren Raum reducirt, (d. h., das Gewicht des Ganzen, weniger des Gewichts des luftleeren Kolbens, vermehrt um das Gewicht eines dem Ganzen gleichen Luftvolums,) bei dieser Temperatur t mit X , dagegen bei der Temperatur 0 mit (X) , so ist

$$X = \frac{(X) \left(1 + \frac{t}{541.2}\right)}{(1 + kt)}$$

voraus gesetzt, daß k dieselbe Bedeutung hat, wie zuvor, und daß das Quecksilber sich für jeden Grad des Centesimalthermometers um $\frac{1}{541.2}$ des Volums, das es bei 0° Wärme hat, ausdehnt. So fanden die Herren Lavoisier und Laplace diese Ausdehnung, und davon weichen die Bestimmungen einer Commission der Lönclner Societät nur äußerst wenig ab, denen gemäß diese Ausdehnung $\frac{1}{5424}$ seyn würde. (*Philos. Transact.*, Vol. 67.)*

*) Der Glaskolben faßte nämlich nach dem Verhältnisse mehr Quecksilber, nach welchem der Inhalt des Glases mit der Wärme zunahm, und nach dem Verhältnisse weniger, nach welchem das Quecksilber sich in der Wärme ausdehnte. *Gilb.*

Sie gilt vom Frost- bis zum Siedepunkte des Wassers; dieses folgt aus den Versuchen Gay-Lussac's.

Die erste Abwägung des Quecksilbers wurde am 16ten März vorgenommen. Der Barometerstand war $0^m,7439$; so wohl das am Barometer als das in der Luft befindliche Thermometer standen auf $12^{\circ},5$; der Kolben wog leer $1728,240$, und voll Quecksilber $1515^s,229$, und es betrug daher das Gewicht des Quecksilbers beim Wägen in der Luft $1342^s,989$. Zu Folge eines Versuchs, von dem wir sogleich reden wollen, war das Volumen des grossen Ballons, der zum Wägen der atmosphärischen Luft gedient hatte, sehr nahe 56,40 Mal grösser als das Volumen des Kolbens, worin das Quecksilber gewogen wurde; und da die Luft in jenem bei den Umständen dieses Versuchs $6^s,756395$ gewogen haben würde, so mußte die Luftmasse, welche das im Kolben befindliche Quecksilber aus der Stelle drückte, $08,11981$ betragen; und dieses Gewicht ist dem obigen hinzu zu fügen, um es auf den luftleeren Raum zu reduciren. Dieses giebt in diesem Falle $X = 1343^s,10881$; und daraus folgt das Gewicht des Quecksilbers im Kolben, bei 0° Temperatur, und im luftleeren Räume, $(X) = 1345^s,769616$.

Zum zweiten Male wurde in demselben Kolben das Quecksilber am 21sten Julius gewogen. Die Temperatur der Luft und am Barometer war $20^{\circ},6$ und der Barometerstand $0^m,7580$; und es betrug folglich das Gewicht des Luftvolums, welches

das Queckfilber aus der Stelle drückte, 08,118692. Nun fand sich das Gewicht des Queckfilbers in der Luft 13408,803; folglich betrug es im luftleeren Raume 13415,011692, und auf eine Temperatur von 0° reducirt, oder $(X) = 13458,38794$.

Dieser Werth weicht, wie man sieht, nur äußerst wenig von dem erstern ab.

Hier die Art, wie die Herren Biot und Arago das Verhältniß des Inhalts des kleinen Kolbens und des grofsen Ballons möglichst genau zu bestimmen gesucht haben. Sie füllten beide mit *Wasser*, behandelten dieses mit derselben Vorsicht als das Queckfilber, indem sie den Kolben mit Wasser 24 Stunden lang im luftleeren Raume der Luftpumpe erhielten, um alle Luft daraus zu entfernen, und wogen beide bei einerlei Temperatur auf äußerst genauen Wagen. Am 21sten Julius, bei 0^m,76 Barometerstand, wog destillirtes Wasser, womit der Kolben angefüllt war, bei 20°,1 Temperatur, 98,721; und am 27sten Julius, bei 0^m,7517 Barometerhöhe und derselben Temperatur, Wasser, womit der grofse Ballon gefüllt war, 55678,142. „Wenn“, sagt Herr Biot, „beide Mahl der Luftdruck derselbe gewesen wäre, so würde man hieraus schließen dürfen, der Inhalt des Ballons sey 56,39269 Mahl gröfser als der des Kolbens. Wegen der Verschiedenheit dieses Drucks werden aber die beiden vorigen Gewichte, auf den luftleeren Raum reducirt, zu folgenden: $988,721 \left(1 + \frac{0^m,7517}{n \cdot 0^m,76}\right)$

und $55678,142 \left(1 + \frac{0,7580}{n \cdot 0,76}\right)$, wenn n die Zahl bedeutet, welche angiebt, wie viel Mahl leichter Luft als Wasser in dieser Temperatur ist. Und wenn man $n = 800$ setzt, welches sehr nahe der genaue Werth ist, so beträgt die Correction, die hieraus entsteht, $0,0005843$, und es verhält sich der wahre Inhalt des Kolbens zu dem des Ballons, wie $1:56,392106$. “*)

*) In beiden Angaben der Barometerstände sind Schreibefehler; $0,7580$ am 21sten, und $0,7517$ am 27sten Julius, entspricht allein der Aussage des Herrn Biot, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man nach folgender Formel rechnet:

$$\frac{A(1+\alpha)}{B(1+\beta)} = \frac{A}{B} (1 + (\alpha - \beta) - (\alpha - \beta)\beta + \text{etc.})$$

in welcher A das Gewicht des Wassers im Ballon, α das Gewicht des gleich grossen Luftvolums am 27sten Julius, B das Gewicht des Wassers im Kolben, und β das Gewicht des gleich grossen Luftvolums zur Zeit der Beobachtung am 21sten Julius bedeuten.

Da nach Herrn Biot $\frac{A}{B} = 56,39269$,

und $\frac{A(1+\alpha)}{B(1+\beta)} = 56,392106$ war, so mußte die Correction negativ seyn; und in der That finde ich bei

jenen Barometerständen, und dem angegebenen Werthe $n = 800$, die Correction $- 0,000585$; das ist, so wie Hr. Biot. Mit ihnen stimmen auch die Barometerstände an diesen Tagen, wie sie in Bouvard's Beobachtungen auf der pariser Sternwarte, (welche monatlich im *Journ. de Physique* gedruckt werden,) angegeben sind, auf das beste überein,

Zum zweiten Mahle wurde diese Wägung am 3ten August bei gleichem Barometerstande von 0^u,7589 und gleicher Temperatur von 20°,9 ange-
stellt. Das Wasser im Kolben wog 98^u,716, und

nämlich zu Mittage am 21sten Julius 28^u 0^u,1, am 27sten Julius 27^u 8^u,9. Zugleich stand das Ther-
mometer auf 17°,4 R., 20°,8 R., und das Hygro-
meter auf 68°, 76°. — Darin, dass Herr Biot
 $n = 800$ setzt, weicht er von seiner gewohnten Ge-
nauigkeit ab, doch ist das von keinem bedeutenden
Einfluss, wie folgende Berechnung zeigt. Da das
specifische Gewicht der Luft im Normalzustande,
(d. h., völlig trocken, bei 0° Wärme und unter
0m,76 Druck,) $\frac{1}{773}$ ist, wenn das Gewicht des Was-
fers bei 0° Wärme = 1 gesetzt wird; so muss das
specifische Gewicht völlig trockner Luft von 20°,1

Wärme $\frac{1,00087}{773 \cdot (1 + 20,1 \cdot 0,00375)} = \frac{1}{830,5}$ bei einem Dru-
cke von 0m,76, und $= \frac{1}{830,5} \cdot \frac{p}{0m,76}$ bei einem Dru-

cke von p Mètres seyn, da nach Hrn. Hållström's
Versuchen, (*Annalen*, XX, 387,) das Wasser sich
von 0 bis 20° Wärme um 0,00087 ausdehnt. Die
Luft war bei beiden Abwägungen feucht. Nimmt
man die Zeichen in der Bedeutung, welche sie in
der Anmerk. S. 166 hatten, so ist nach Herrn La-
place's Bestimmung das spec. Gewicht der feuch-

ten Luft $\frac{p - \frac{2}{3} T}{p}$, nach der meinigen $\frac{p - T \cdot (1 - 0,7 T)}{p}$

von dem specifischen Gewichte völlig trockener
Luft, unter übrigens gleichen Umständen, (p Druck
und t Wärme.) Folglich betrug im Augenblicke
der Abwägung das Gewicht der Luft, welche ei-
nerlei Volumen mit 6 Grammes Wasser von 20°,

das im groſſen Ballon 5568^g,394, welches das Verhältniß des Inhalts beider giebt, wie 1:56,4082. *)

Wenn man aus dieſen beiden Beſtimmungen des Inhalts-Verhältniſſes des Kolbens und des groſſen

Wärme hatte, zu Folge der Beſtimmungen des ſpecificiſchen Gewichts des Waſſerdampfs

durch Hrn. Laplace

durch mich

$$\frac{1}{830,5} \cdot \frac{p - \frac{2}{3} T}{0,76} \cdot G \quad \frac{1}{830,5} \cdot \frac{p - T \cdot (1 - 0,7 T')}{0,76} \cdot G$$

Nun iſt die Elasticität des Waſſerdampfs bei 20°, 1

Wärme $\frac{0,676}{30}$ oder $T' = 0,0225$, und aus den Hygrometerſtänden folgt h am 21ſten 0,543, am 27ſten 0,635: folglich T am 21ſten 0,00928 und am 27ſten 0,01075. Je nachdem wir folglich Herrn Laplace's Beſtimmung des ſpecificiſchen Gewichts des Waſſerdampfs oder die meinige zum Grunde legen, erhalten wir folgende Werthe: aus dem Verſuche am 21ſten Julius:

$$\beta = \frac{0,7524}{830,5 \cdot 0,76} = 0,0011920 ; 0,00118185$$

und aus dem Verſuche am 27ſten Julius:

$$\alpha = \frac{0,7158}{830,5 \cdot 0,76} = 0,0011816 ; 0,00116971.$$

Und hieraus findet ſich

$$\frac{A(1+\alpha)}{B(1+\beta)} = 56,39269 - 0,000586 = 56,392104,$$

alſo gerade ſo, als Herr Biot dieſen Werth oben angiebt; und nach meiner Beſtimmung des ſpecificiſchen Gewichts des Waſſerdampfs

$$= 56,39269 - 0,000684 = 56,392006,$$

welches nur ſehr wenig kleiner iſt. *Gilb.*

*) Das heiſt gleich $\frac{A}{B}$, da in dieſem Falle $\frac{1+\alpha}{1+\beta} = 1$

iſt.

Gilbert.

Ballons, welches wir $(v) : (V)$ setzen wollen; ferner aus dem vorhin gefundenen, auf den luftleeren Raum reducirten Gewichte der völlig trockenen Luft im groſſen Ballon bei 0° Wärme, welches (A) heißen mag; und endlich aus den beiden Zahlbestimmungen (X) , welche wir für das auf den luftleeren Raum reducirte Gewicht des Quecksilbers im Kolben bei 0° Wärme erhalten haben; — das Verhältniſſ der specifischen Gewichte der Luft und des Quecksilbers zu einander berechnen: ſo finden ſich, jenes 1, und dieſes Δ geſetzt, zu Folge der Formel,

$$\Delta = \frac{(X)}{(A)} \cdot \frac{(V)}{(v)} \text{ folgende vier Zahlen:}$$

$$\text{für } \Delta \left\{ \begin{array}{l} 10462,6 \\ 10461,1 \\ 10463,0 \\ 10465,5 \end{array} \right.$$

Mittel 10463

Dieſes iſt alſo für die Breite von Paris das ſpecifiſche Gewicht des Quecksilbers, wenn man das Gewicht der völlig trockenen Luft, bei 0° Wärme und $0^m,76$ Barometerſtand, gleich 1 ſetzt. *) Auf 45° Breite

*) Bedeutend kleiner findet man Δ , wenn man die Werthe von (A) nimmt, welche meiner Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs entſprechen. Das Mittel aus ihnen war, wie wir in der Anmerk. S. 170 gefunden haben, $78,3016$.

Verbindet man damit ein Mahl $\frac{V}{v} = 56,4082$ und

$X = 13458,769016$; das zweite Mahl $\frac{V}{v} = 56,392$

und $X = 13458,38794$, um die beiden äußerſten

reducirt, wird dieses specifische Gewicht oder Δ gleich 10466,8.

Wenn die ganze Atmosphäre aus solcher Luft bestünde, die durchgehends einerlei Dichtigkeit hätte, so würde sie eine Höhe haben von 7954^m/9.

„Es fehlt an hinlänglich genauen Versuchen über die Ausdehnung des Wassers durch Wärme in den Temperaturen, bei welchen wir das Wasser gewogen haben. Wir müssen daher eine genaue Vergleichung des Gewichts desselben mit dem des Quecksilbers und der Luft noch aussetzen, und uns hier mit der Bemerkung begnügen, daß bei 0° Wärme und 0^m,76 Druck, wenn man das Gewicht des Wassers zur Einheit nimmt, das specifische Gewicht der Luft von $\frac{1}{773}$, und das des Quecksilbers von 13,599 nur sehr wenig verschieden seyn kann. *)“

Es bedeute M den Modulus des Briggischen logarithmischen Systems, ($= 2,30258509$), C den Coefficienten der Formel des Herrn Laplace für

Werthe zu haben; so erhält man $\Delta = 10396,7$ und $\Delta = 10390,8$ und als das Mittel aus beiden $\Delta = 10394$. Wollte man von den Wägungen die am 11ten März ausschließen, so würde der mittlere Werth von $A = 78,3052$, und folglich im Mittel nahe $\Delta = 10390$. Gilbert.

*) Ist die Luft nur 10394 Mal specifisch leichter als Quecksilber, so ist ihr specifisches Gewicht im Normalzustande hiernach $\frac{13,599}{10394} = \frac{1}{764}$. Gilb.

Höhenmessungen durch das Barometer, und ψ die Breite des Orts der Beobachtung, so ist

$$C = \frac{M \cdot \Delta \cdot 0^m,76}{(1 + 0,002845 \cdot \cos. 2 \psi)};$$

eine Formel, welche sich leicht aus der ableiten läßt, welche Herr Laplace in der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 293, giebt. *)

Setzt man in dieser Formel für Δ die vier Werthe, welche aus den vorigen Bestimmungen für die Breite von 45° fließen; so erhält man folgende vier Werthe für den barometrischen Coefficienten der Formel des Herrn Laplace:

$$C = \begin{cases} 18316^m,1 \\ 18311^m,8 \\ 18211^m,3 \\ 18317^m,0 \end{cases}$$

Mittel 18316^m,6

Das Mittel aus diesen vier Resultaten weicht von keinem um volle 6 Einer ab; und das würde auf die Höhe des Chimborazo nicht mehr als ein (?) Mètre betragen. **)

*) Dieses Citat weist auf Formel (XI) des vorstehenden Aufsatzes. In meinen Erläuterungen zu Formel (I) und (VI) habe ich diesen Coefficienten dort abgeleitet: $C = \frac{M \cdot \Delta \cdot 0^m,76}{(g)}$, und (g) hat nach Formel (IX) den Werth, der demselben hier beigelegt wird. Gillb.

**) Dieser Coefficient wird bedeutend kleiner, wenn man für Δ den Werth nimmt, auf welchen meine

Dieser Werth ist für *völlig trockene Luft* berechnet. Für *feuchte Luft* muß er ein wenig größer seyn, da der Wasserdampf bei gleicher Spannung specifisch leichter als atmosphärische Luft ist. Um die Correction zu berechnen, welche hieraus für den barometrischen Coefficienten entsteht, wollen wir die Temperatur 0 und den Druck $0^m,76$ beibehalten, aber annehmen, die Luft sey mit Feuchtigkeit gesättigt. In diesem Falle würde die Spannung des Wasserdampfes in der Luft seyn $0^m,0051$, nach der Formel des Herrn Laplace.

Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfes führt; nämlich $\Delta = 10,394$, im Mittel nach den sämtlichen Versuchen der Herren Biot und Arago. Diesem entspricht $C = 18,96$ als mittlerer Werth desjenigen Coefficienten für barometrische Höhenmessungen, welcher den Höhenunterschied der beiden Stationen in Mètres, und zwar unter der Voraussetzung giebt, daß die ganze Luftsaule zwischen beiden Stationen *völlig trocken* sey. Da diese Voraussetzung in der Natur nie Statt findet, so läßt sich gegen diese Bestimmung des barometrischen Coefficienten daraus, daß sie sehr viel weiter als die obige von der abweicht, welche nach Herrn Ramond's Untersuchungen der Natur am genauesten entspricht, (18336,) nicht eher entscheiden, als bis wir über den Einfluß belehrt sind, welchen die Feuchtigkeit der Luft auf den Werth dieses Coefficienten hat; und wir werden sogleich sehen, daß dieser Einfluß die scheinbare Abweichung wieder ganz ausgleicht. *Gillb.*

und zu Folge der Versuche Dalton's. *) Das specifische Gewicht des Wasserdampfs ist aber nur $\frac{1}{14}$ von dem specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft bei gleicher Spannung. Folglich muß bei einer Temperatur von 0° , völlig feuchte Luft um $\frac{2}{7} \cdot \frac{61}{66}$, oder nahe um $\frac{1}{21}$ specifisch leichter seyn, als völlig trockne Luft; und nach demselben Verhältnisse, wonach das specifische Gewicht der Luft abnimmt, nimmt nothwendig der barometrische Coefficient zu. Diefes beträgt $35^m,2$ und er kömmt dadurch auf $18351^m,8$. Das Mittel aus beiden Coefficienten, dem für trockene Luft, ($18316,6$), und dem für Luft, die mit Feuchtigkeit gesättigt ist, ($18351,8$), nämlich 18334 Metres, muß, da die Luft weder vollkommen feucht, noch völlig trocken ist, der Wahrheit am nächsten kommen. **)

*) Nach diesen Versuchen, (welche die Laplace'sche Formel, *Annales*, XXV, 432, darstellen soll,) ist nämlich die Elasticität des Wasserdampfs bei 0° Wärme $\frac{0,200}{30} \cdot 0m,76 = 0m,0051$. *Gillb.*

**) Alle diese Schlüsse gründen sich auf die Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs durch Herrn Laplace. Verhält es sich dagegen mit dem Wasserdampfe auf die Art, wie ich es aus Dalton's Ansichten und Versuchen folgern zu müssen geglaubt habe, so kommen wir hier auf ganz andere Zahlen. Gelezt, die ganze Luftsäule zwischen beiden Stationen sey durchgehends von 0° Wärme und völlig feucht, (Voraussetzungen, welche Herrn Biot's Berechnungen zum Grunde

„Dieser Coefficient läßt sich auch auf eine indirecte Weise finden, aus Barometerständen auf Ber-

liegen,) so müssen sich die Gewichte der ganzen Luftsäule, zwischen den beiden Stationen, im Fall die Luft völlig feucht, und im Fall sie völlig trocken ist, zu einander gerade so verhalten; als die specifischen Gewichte völlig feuchter Luft und völlig trockener Luft bei 0m,76 Druck und 0° Wärme; denn in beiden Fällen nimmt dann die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe nach einerlei Gesetze ab. Nun aber ist, wie wir oben S. 166, Anmerk., gesehen haben, nach meiner Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs, das specifische Gewicht feuchter Luft $\frac{p - T \cdot (1 - 0,7 \cdot T')}{p}$ vom specifischen Gewichte völlig trockener Luft, wenn beide unter t° Wärme und p Mètres Druck stehn. Folglich würde in unserm Falle, wo $T' = \frac{0,200}{30} = 0,00673$, $T = 0m,76$. $T' = 0m,0051$ u. $p = 0m,76$ ist, die Luft im Zustande völliger Feuchtigkeit um $\frac{0,005077}{0,76} = 0,00668$ Theile leichter, als die Luft im Zustande völliger Trockenheit seyn; und um eben so viel länger müßte eine Luftsäule, die durchgehends 0° Wärme hätte, im Falle völliger Feuchtigkeit als im Falle völliger Trockenheit seyn, wenn beide gleich viel wiegen sollten. Für völlig feuchte Luft, die durchgehends von 0° Wärme wäre, müßte folglich der barometrische Coefficient um $0,00668 \cdot 18196$, das ist, um 121,5 größer, also $C = 18317$ seyn. Das Mittel aus dieser Bestimmung und der für völlig trockene Luft ist $\frac{18196 + 18317}{2}$ oder $C = 18262$.

Gilbert.

gen, deren Höhe durch trigonometrische Messungen bekannt ist. Mehrere Physiker haben sich bemüht, ihn auf diese Weise zu bestimmen, und lange Zeit war das der Gegenstand der Alpenreisen der Herrn Deluc und Sauffure. Herr Ramond hat durch Vergleichung ihrer Resultate mit vielfachen und genauen Beobachtungen, die er selbst in den Pyrenäen angestellt hatte, den Werth desselben auf 18336 Mètres fest gesetzt, und gezeigt, daß mit diesem Coefficienten die Formel des Herrn Laplace die Höhe der Berge genauer, als jede andere Formel, und der Wahrheit außerordentlich nahe giebt, so daß sich diese Zahl für das definitive Resultat der Barometer-Beobachtungen nehmen läßt. Unsere Versuche bestätigen sie aufs beste, ohne daran etwas zu ändern. Denn der geringe Unterschied von 2 Mètres würde die Höhe des Chimborazo nicht um einen Mètre verschieden geben. Diese Uebereinstimmung beweist eines Theils die Genauigkeit des Beobachters, und die Richtigkeit seiner Kritik, mit der er die Resultate abgewogen hat, auf welche die variablen Modificationen der Atmosphäre Einfluß haben; auf der andern Seite zeigt sie, daß die Formeln, deren wir uns zur Reduction unserer Versuche bedient haben, sehr genau sind, und wie nöthig es war, in sie alle die kleinen Umstände, auf die wir gesehen haben, mit einzuführen. Wollte man auch nur einen einzigen derselben vernachlässigen, so würde man sich sehr weit von dem wahren

ren Resultate verschlagen sehn, welches sie geben, wenn man sie alle erwägt. *)

*) Irre ich mich nicht, so folgert Herr Biot aus der Uebereinstimmung seiner Berechnungen mit dem Resultate der Untersuchungen, welche Herr Ramond über den Coefficienten der Laplace'schen Formel angestellt hat, mehr zu Gunsten beider, als darin in der That liegt. Herr Laplace hatte zuerst den Coefficienten De Luc's beibehalten, ihn nur von Toisen auf Mètres und von $16\frac{1}{4}^{\circ}$ R. auf 0° Wärme reducirt. Herr Ramond erhöhte in seiner ersten Abhandlung diesen Coefficienten von $1797^{m,1}$ auf 18393^m , und in der zweiten Abhandlung setzte er ihn wieder auf 18336 Toisen herab. Herr Biot schließt, weil dies ein Mittel aus sehr vielen Beobachtungen unter sehr verschiedenen Umständen sey, müsse die Zahl für einen Zustand der Luft gelten, der in der Mitte zwischen völliger Trockenheit und völliger Feuchtigkeit liege. Allein Ein Mal dürfte die Luft im Mittel dem Zustande größter Feuchtigkeit ziemlich viel näher, als dem größter Trockenheit kommen; und zweitens wird man aus der folgenden Anmerkung sehen, warum ein solches aus der Erfahrung abstrahirtes Mittel höchst wahrscheinlich selbst über den Werth hinaus fallen muß, welchen der Coefficient haben würde, wenn die ganze Luftsäule bei einer gleichförmigen Temperatur von 0° Wärme im höchsten Grade feucht wäre. In diesem Falle käme die Bestimmung des Coefficienten, welche aus meiner Hypothese über das specifische Gewicht des Wasserdampfs folgt, (18196 für trockene, 18317 für

Wenn T die Spannung des Wasserdampfs bedeutet, der sich wirklich in der Luft befindet, und es ist für völlig trockene Luft der Werth des barometrischen Coefficienten der Formel des Herrn Laplace $= 18316,6$; so muß, die Sache ganz genau genommen, der Werth dieses Coefficienten für feuchte Luft $= \frac{18316,6}{(1 - \frac{2}{7}) \cdot \frac{T}{0,76}}$ seyn. *) Im Falle

völlig feuchte Luft bei 0° Wärme,) der Wahrheit vielleicht noch näher, als die Bestimmung, welche Herr Biot aus der Laplace'schen Berechnung über das specifische Gewicht des Wasserdampfs abgeleitet hat, (18316 und 18351,8). Aus den bisherigen Untersuchungen über den barometrischen Coefficienten scheint daher eben so wenig ein entscheidender Grund für die eine oder für die andere dieser Hypothesen über das specifische Gewicht des Wasserdampfs zu fließen, als aus den Refractions-Beobachtungen, (s. das vorige Heft, S. 111;) ein Schluss, welcher das Detail rechtfertigen wird, womit ich die Folgerungen aus meiner Hypothese neben den Folgerungen durchgeführt habe, die Hr. Biot aus der Hypothese des Herrn Laplace gezogen hat. Man würde außerdem vielleicht die letztere für eine ausgemachte Thatfache genommen haben, und in dieser für die Hygrologie und die Meteorologie so folgereichen Materie scheint es mir von Wichtigkeit zu seyn, möglichst klar zu sehen und das Ausgemachte von dem, was Hypothese ist, sorgfältig zu sondern. *Gillb.*

*) Das heisst unter der Voraussetzung, daß i. der Thermometer- und der Hygrometerstand in dieser

äußerster Feuchtigkeit findet sich der Werth von T aus der mehrmahls citirten Formel des Herrn La-

ganzen Luftsäule überall derselbe, und also Luft und Dampf in ihrer Spannung durchgängig in einerlei Verhältniß sind; und daß 2. die Laplace'sche Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs die wahre sey. Unter beiden Voraussetzungen verhalten sich die Coefficienten C für trockene und C' für feuchte Luft, verkehrt wie die specifischen Gewichte der trockenen und feuchten Luft bei 0m,76 Druck und 0° Wärme, (denn hierfür sind Δ und T bestimmt, und durch die Correction wegen der Wärme werden andere Temperaturen auf diese reducirt;) und es ist $C:C' =$

$$\frac{0m,76 - \frac{2}{7} T}{0m,76} : 1, \text{ oder } C' = \frac{C}{1 - \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}. \text{ Entwi-}$$

ckelt man diesen Bruchwerth in eine Reihe, so wird $C' = C \left[1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \left(\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} \right)^2 + \dots \right]$

und schon die zweite Potenz ist hier so klein, daß sie nicht mehr in Betracht kommt; da selbst im Falle höchster Feuchtigkeit $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ nur $\frac{1}{521}$ ist. In

so fern man aber $18316,6 \left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} \right)$ für $\frac{18316,6}{1 - \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}$ nehmen darf, ist Hr. Biot berechtigt, wie

er es weiterhin thut, $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ für die *Correction wegen des Wasserdampfs* auszugeben.

Meiner Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs entsprechend verhalten sich die specifischen Gewichte von trockener und von feuchter

place; in den übrigen Fällen ist die Spannung nach dem Hygrometerstande zu reduciren, wozu das Ge-

ter Luft bei $0^m,76$ Druck und 0° Wärme, wie

$1 : 1 - \frac{T}{0,76} (1 - 0,7 T')$, und wenn h die durch den Hygrometerstand bestimmte Zahl Sauffure's bedeutet, ist $T = h \cdot T' \cdot 0,76$; also der barometrische Coefficient für feuchte Luft, oder C'

$$= \frac{18196}{1 - \frac{T}{0,76} \cdot (1 - 0,7 \cdot T')} = \frac{18196}{1 - (h - 0,7 T') T'}$$

wofür sich ohne merklichen Fehler nehmen läßt

$$18196 \left[1 + \frac{T}{0,76} (1 - 0,7 T') \right] \text{ oder } 18196 [1 + (h - 0,7 \cdot T') T'].$$

Die erste der oben erwähnten Voraussetzungen, unter welchen allein diese Bestimmungen gelten, findet in der Natur nicht Statt. Nie hat die Luftsäule zwischen beiden Stationen überall gleiche Wärme und Feuchtigkeit; die Wärme nimmt in der Regel in arithmetischer Progression ab, wenn die Höhe in ihr zunimmt; die Feuchtigkeit vermindert sich dagegen in einem viel schnelleren Verhältnisse, wofür Herr Laplace und Herr Soldner Gesetze gegeben haben, welche die Dalton'schen Versuche darstellen. Giebt man daher das Mittel aus den Temperaturen in der untern und in der obern Station, oder $\frac{t+t'}{2}$, und die dieser Temperatur und dem Hygrometerstande entsprechende Spannung des Wasserdampfs T , gleichmäfsig der Luftsäule in ihrer ganzen Ausdehnung, und berechnet dem zu Folge die Correctionen wegen der Wärme und wegen der Feuchtigkeit, der ersten der oben

setz noch nicht durch genaue Versuche aufgefunden ist. Der Coefficient der Dilatation 0,00375 bleibt übrigens, wie bei völlig trockener Luft.*

erwähnten Voraussetzungen gemäß; so wird man zwar die Correction wegen der Wärme sehr genau erhalten, (abgesehen von zufälligen Unregelmäßigkeiten;) aber die Correction wegen der Feuchtigkeit muß bedeutend zu klein ausfallen. Man müßte sie für eine Temperatur berechnen, welche der höhern Temperatur t viel näher läge, als der niedrigeren t' , indem bei größerer Wärme die Elasticität des Wasserdampfs sehr viel schneller als in niedrigeren Temperaturen abnimmt. So z. B. gehören nach Dalton zusammen folgende

Temperaturen:

-10° ; -5° ; 0° ; $+5^{\circ}$; $+10^{\circ}$; $+15^{\circ}$; $+20^{\circ}$; $+25^{\circ}$

Elastic. d. Wasserdampfs:

0'',104; 0'',144; 0'',200; 0'',273; 0'',375; 0'',507; 0'',676; 0'',910

die erstern nach Graden des Centesimal-Thermometers, die letztern nach engl. Zollen gerechnet. Wäre also bei einer Barometermessung unter dem Aequator $t = 25^{\circ}$ und $t' = -10^{\circ}$ gewesen, und nimmt man $-10^{\circ} + \frac{35^{\circ}}{2} = 7^{\circ},5$ für die gleichförmige Wärme, und den ihr entsprechenden Werth von $T' = \frac{0,322}{30}$ für die gleichmäßige Elasticität des Wasserdampfs in allen Theilen der Luftsäule; und berechnet, diesen Voraussetzungen gemäß, die Correction wegen der Wärme und wegen der Feuchtigkeit; so muß die erstere der Wahrheit nahe kommen, die letztere aber offenbar viel zu klein werden. Denn von 25° bis $7^{\circ},5$ nimmt die Elasticität des Wasserdampfs von 0'',910 bis 0'',322 oder um

Herr Laplace hat in seiner Formel für die barometrischen Höhenmessungen die Correction wegen des Wasserdampfs, $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$, mit dem Coefficienten der Dilatation der Luft durch Wärme zusammen gezogen, *) indem er diesen Coefficienten in

0'',588, von da bis — 10° nur um 0'',218 ab. Näher der Wahrheit würde das Mittel aus 0'',910 und 0'',104 oder 0'',507 kommen, welches zu 15° Wärme gehört; aber auch dieses müßte immer noch den Coefficienten zu klein geben. Wenn die Temperatur an der untern Station minder hoch ist, so weicht zwar die wahre Correction wegen der Feuchtigkeit weniger von der ab, welche die Formel giebt; immer aber bleibt sie größer als die letztere. Möchte Herr Soldner die vielen interessanten Folgerungen aus seinem allgemeinen Gesetze der Elasticität der Dämpfe, mit denen er die Physiker in einem der vorigen Hefte dieser Annalen beschenkt hat, noch mit einer Verbesserung der Formel für barometrische Höhenmessungen aus diesem Gesichtspunkte bereichern! *Gillb.*

*) Dazu wäre Herr Laplace in so fern berechtigt, als auch die Spannung des in der Luft vorhandenen Wasserdampfs eine Function der Wärme ist, und durch t und t' bestimmt wird; aber freilich nimmt sie nicht der Wärme proportional ab, sondern nach einer sehr viel schnellern Progression als diese. Die Theile der Formel, welche von der Feuchtigkeit und von der Wärme abhängen, sind nach Herrn Biot's Berechnungen und nach der Laplace'schen Bestimmung des spec. Gewichts des

der Formel $\frac{1}{370}$ setzt. In der That ist die Summe der beiden Glieder $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375$ immer sehr nahe gleich $\frac{t+t'}{2} \cdot 0,004$ oder $2 \frac{t+t'}{1000}$, wenigstens innerhalb der Gränzen, in denen die Beobachtungen in der Regel angestellt werden. *)

Wasserdampfs folgende: $18316,6 \left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}\right) \left(1 + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right)$ wofür man nehmen kann $18316,6 \left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right)$, in so fern das Produkt aus den hintern Gliedern der beiden letzten Factoren unbedeutend ist. Statt ihrer setzt Herr Laplace in seiner Formel indeß nicht $18316,6 \left(1 + 2 \cdot \frac{t+t'}{1000}\right)$, wie man aus dem Vortrage des Herrn Biot schließen sollte, sondern $18336 \left(1 + 2 \cdot \frac{t+t'}{1000}\right)$, welches einen etwas größern Einfluß der Feuchtigkeit voraus setzt. Daß es indeß mit dieser Zusammenziehung eigentlich eine andere Bewandniß hat, als es Herr Biot hier vorstellt, und als es nach dem Vortrage des Hrn. Laplace, scheinen möchte, glaube ich in dem folgenden Aufsatze dargethan zu haben, Gillb.

*) Da $1 + \frac{2(t+t')}{1000} = \left(1 + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right) \cdot \left(1 + \frac{0,125(t+t')}{1000}\right)$ ist, so ist diese letzte Verwandlung, welche Herr Laplace mit der Formel vornimmt, so gut, als wenn die Formel selbst ungeändert bliebe, statt dessen aber der Ramond'sche Coeffi-

cient 18336 in folgenden: $18336 \cdot \left(1 + \frac{0,125 \cdot (t+t')}{1000}\right)$
 verwandelt würde. In dem Falle, wenn $t + t' = 0$ ist, ändert dieses den Coefficienten nicht; gesetzt indeß auch, die Zahlbestimmung desselben sey für eine Luftsäule, die durchgehends 0° Wärme und eine dieser Wärme entsprechende Spannung des Wasserdampfs habe, in aller Strenge wahr, so kann doch, selbst für den angenommenen Fall, daß $t + t' = 0$ sey, die Formel nicht mit gleicher Genauigkeit in heißen und in kalten Klimaten, im Sommer und im Winter gelten. Denn, wie ich schon oben bemerkt habe, ist selbst die mittlere Spannung des in der Luftsäule befindlichen Wasserdampfs höher oder niedriger, je nachdem die Temperatur an der untern Station höher oder niedriger ist. Je höher über 0° Wärme das Mittel aus den Thermometerständen an beiden Stationen, $\frac{t+t'}{2}$ hinaus fällt, desto größer wird zwar der Coefficient der Formel zu Folge der Verwandlung, welche Hr. Laplace mit derselben vorgenommen hat; allein der Coefficient müßte nicht $\frac{t+t'}{2}$ proportional, sondern nach einem viel höhern Verhältnisse als das Mittel aus den Thermometerständen an beiden Stationen wachsen; sollte die Formel für alle Fälle gleich gut passen. Daher wird sie, wenn sie für niedrigere Höhen im Sommer genau gilt, für größere Höhen und im Winter der Wahrheit nicht ganz so nahe kommen, und besonders muß sie in den heißen und feuchten Tropenregionen niedrige Höhen alle zu klein geben, wenn sie sie in den gemäßigten Klimaten richtig giebt.

Doch diese und ähnliche Bemerkungen sollen

nicht gegen die Bemühungen des Herrn De La Place sprechen, die ich vielmehr mit der tiefsten Bewunderung für diesen großen Gelehrten verehere: nur sollen sie uns daran erinnern, der Formel nicht eine Vollkommenheit zuzutrauen, auf die sie nicht eher Anspruch machen kann, als bis sie mit ähnlicher Genauigkeit wie die Einwirkung der Wärme, den viel zusammengesetztern Einfluß der Feuchtigkeit der Luft auf das Höhenmessen durch das Barometer darstellen wird. *Gillb.*

Ich muß sogleich hier einen Irrthum des Gedächtnisses anzeigen, in den ich schon im Aprilstücke, (Band XXV, S. 362, Anm.,) und dann auch in der Anmerkung S. 157 dieses Hefts gefallen bin. Ich habe nämlich an allen diesen Stellen, wo statt *log. nat. N.*, *M. log. Briggs. N.* gesetzt wird, *M* den Modulus des Briggsischen Systems genannt. Das ist aber falsch; vielmehr ist $\frac{1}{M}$ dieser Modulus, (0,4342944,) und *M*, = 2,3025850, ist $\frac{1}{\text{Modulus}}$. Diesen Mißgriff wird man um so verzeihlicher finden, da Herr Biot ihn mit mir theilt, wie man oben S. 179 sieht, wo es im Originale heisst: *Si ensuite on représente par M le module des tables logarithmiques, ou 2,30258509.* *Gillb.*