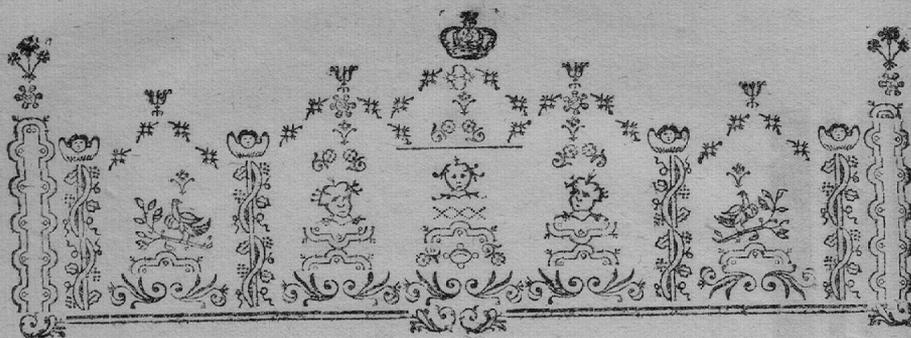


J. H. Lambert,  
Abhandlung

Von den  
Barometerhöhen

und ihren

Veränderungen.



## Abhandlung.

S. 1.



Die genauere Kenntniß der Luft und ihrer besondern Eigenschaften fängt sich von dem bekannten Zufalle an, der dem Torricelli Anlaß gab, den Abscheu von dem Leeren als ein Hirngespinnst zu erkennen, die Wirkungen, so man ihm bis dahin zugeschrieben, von dem Drucke der Luft herzuleiten, und die Höhen des Barometers zum allgemeinen Maasstabe dieses Druckes zu machen.

§. 2. Pascal und Perrier giengen auf diesem Grunde einige Schritte weiter, und wandten bey der torricellischen Theorie die Grundsätze der Hydrostatik an. Die Folgen daraus waren, daß der Druck der Luft mit zunehmender Höhe abnehmen, und das Barometer auf den Bergen niedriger stehen müsse. Man kann diese Schlüsse unter die richtigsten rechnen, die in Absicht auf die Luft sind gemacht worden. Allein der scharffsinnige Pascal, welcher die Nothwendigkeit der wirklichen Versuche einsah, ließ es nicht dabey bewenden. Es schien ihm der Beyfall der Erfahrung, die bewährteste Prüfung, und das reineste Vergnügen über richtige Vernunftschlüsse, zu fehlen. Perrier reisete auf den *Puy de Dome*,

um die Versuche anzustellen, und vornehmlich die Abnahme des Druckes, und ihre Verhältniß zu der Höhe des Ortes, zu bestimmen. Die Erfahrung unterschrieb ihre Schlüsse, und die Abnahme des Druckes wurde in so ferne bestimmt, als man damals die Beschaffenheit der Luft kannte. Man wußte, wie viel das Quecksilber in einer bestimmten Höhe gefallen, allein die Schlüsse, so man daraus auf die ganze Höhe der Luft zog, waren noch zu unreif. Noch kannte man die Schnellkraft der Luft nicht, dadurch die untere von dem Gewichte der obern dichter gemacht wird. Man sah sie noch als einen aller Orten gleich dichten flüssigen Körper an, und aus dieser Betrachtung wurde angenommen, daß das Quecksilber bey gleicher Zunahme der Höhe gleich viel fallen sollte.

§. 3. Perriers Versuche hätten diesen Satz von selbst widerlegt, wenn sie wären weiter fortgesetzt worden: und der geringste Zweifel an der Richtigkeit des Schlusses würde diese Fortsetzung nothwendig gemacht haben. Allein, diesen Zweifel konnte man damals weder vermuthen noch fordern, und Pascaln gereicht es immer zur Ehre, den zweyten Schritt gethan zu haben.

§. 4. Die Ehre dieser wichtigen Entdeckung war Otten von Guericke vorbehalten. Der Begriff des luftleeren Raumes über dem Quecksilber in der torricellischen Röhre brachte ihn auf den Einfall, einen luftleeren Raum oben in einem mit Wasser gefüllten Fasse durch bloßes Auspumpen des Wassers zu erhalten. Allein die äußere Luft drang durch das Holz. Er schloß das Faß in ein größeres ein, und füllte auch dieses mit Wasser an, um der äußern Luft den Zugang zu verwehren. Hier aber drang das Wasser durch das Holz. Bisher glaubte er, die Luft müsse vermittelst des Wassers, oder einer andern flüssigen Materie, ausgeleert werden. Allein er sah bald, daß sie sich allein ausleeren ließe. Doch ver-

muthete er noch, daß es durch das bloße Gewicht geschehe, mit welchem sie druckte. Er brachte daher die Pumpe ordentlich unten an dem Gefäße an, damit die Luft ungefähr eben so wie das Wasser darein herabfließen könnte. Diese Meynung, welche er nicht anderst haben konnte, fiel von selbst weg, als er bedachte, daß die Luft sich durch die Wärme ausdehnte, und er selbst Mittel fand, dieselbe zusammen zu pressen. Hieraus setzte er seine Begriffe von der Schnellkraft der Luft feste, bestätigte sie durch eine Menge sinnreicher Versuche, und schloß daraus mit gutem Grunde, die Atmosphäre müsse bey der Erdoberfläche dichter zusammen gepreßt seyn, als auf den Bergen. Er bemerkte die veränderliche Höhe des Quecksilbers im Barometer, und ihre Uebereinstimmung mit den Abwechslungen des Wetters.

§ 5. Die Verhältniß zwischen der druckenden Kraft und dem Raume der zusammengepreßten Luft ließ er unbestimmt. Mariotte war der erste, der sie durch Erfahrung suchte, und fand, daß das aufliegende Gewicht in umgekehrter Verhältniß des Raumes sey, und daß diese Verhältniß ohne merklichen Fehler könne angenommen werden, so lange die Luft nicht viermal dichter ist, als sie in ihrem natürlichen Zustande zu seyn pflegt.

§ 6. Er machte Anwendungen davon auf die mit der Höhe des Ortes abnehmende Dichtigkeit und Schwere der Luft, und der Höhen des Quecksilbers im Barometer. Nach diesen Gründen sollten die Barometerhöhen in geometrischer Progression abnehmen, wenn die Höhe des Ortes in arithmetischer Progression zunimmt.

§ 7. Casini, Maraldi und de La Hire maßen verschiedene Berge, und beobachteten auf denselben den Fall des Barometers. Mariottens Regel wollte damit nicht übereinstimmen. Sie nahmen daher willkührliche Progressionen an, und richteten selbige

so ein, daß sie ihren Ausmessungen eben nicht merklich widersprachen.

§ 8. Das willkürliche in diesen Bestimmungen ließ Andern die Freyheit, noch andere Regeln zu suchen. Scheuchzer maß etliche Berge in der Schweiz, und machte eine neue Tabelle. Bouguer, Condamine und die übrigen Mitglieder der parisischen Akademie, so nach America gegangen, fanden eine andere Verhältniß zwischen den Höhen der Peruvianischen Berge und des Barometers, und Bouguer sann eine neue Regel aus.

§ 9. Man kann ohne Bedenken sagen, daß von Mariotten an die Theorie nicht vollständig, und die Versuche, besonders aber die Ausmessung der Berge, unrichtig sind. Die Regel des Mariotte wurde zu frühe verworfen. Man hätte sie nur verbessern und vollständiger machen sollen. Ueber dieses suchte man etwas, ohne vorher auszumachen, ob und in wie ferne es könne gefunden werden.

§ 10. So hart diese Vorwürfe scheinen, so ausführlich lassen sie sich beweisen. Wir wollen von der Ausmessung der Berge anfangen. Cassini, welcher die pyrenäische Gebürge ausgemessen, als er durch ganz Frankreich eine Mittagslinie zog, kannte die Wirkung der Strahlenbrechung nicht, wodurch alle Berge und entfernte Gegenstände höher scheinen, als sie ohne die Strahlenbrechung scheinen würden. Und dieses entschuldigt ihn vollkommen. Ungeachtet diese Wirkung bey nahen Gegenständen in der That unmerklich ist, und süglich kann weggelassen werden, so wird sie sehr wichtig, wenn die Höhe des Berges aus einer größern Entfernung gemessen wird. Die Entfernungen, aus welchen Cassini seine Berge maß, waren mehrentheils von 10, 20, 30 bis 40 Stund Weges, wie aus seinem Buche von der Figur der Erde zu sehen. Ueber  
dieß

die erforderliche die Lage dieser Gebürge, daß die gemeffene Höhe derer, so näher bey dem mittelländischen Meere lagen, zum Grunde der Ausmessung derjenigen gelegt wurde, welche tiefer im Lande sich bis in Auvergne erstreckten. Hierdurch wurde bald zu viel bald zu wenig addirt und abgezogen, und die sämtlichen Fehler unter einander vermengt.

§ 11. Das Glück dabey war, daß diese Fehler die einzigen von Erheblichkeit sind. Die Entfernung der Berge würde durch eben die Triangel bestimmt, welche zur Ziehung und Ausmessung der Mittagslinie gebraucht wurden, und folglich so genau als man sie zur Ausmessung der Höhe der Berge verlangen konnte. Zur Bestimmung der scheinbaren Erhöhung der Berge über den Horizont gebrauchte er Quadranten, wodurch die Winkel bis auf wenige Secunden gefunden wurden. Casini giebt in erstbemeldtem Buche alle diese Data umständlich an, und man wird dadurch in den Stand gesetzt, den Fehler, den die Strahlenbrechung verursacht, nachzurechnen, und die Höhe dieser Berge genauer zu bestimmen.

§ 12. Ich habe diese Verbesserung in dem Tractat *Les propriétés remarquables de la route de la Lumière par les airs &c.* vorgenommen, und die Rechnung, so dabey nöthig war, ausführlich auseinander gesetzt. Folgende Exempel mögen zeigen, was die Strahlenbrechung und die vorerwähnte Vermischung der Fehler (S. 10.) betragen.

Berge	Nach. Casini	verbessert	Unterschied
Canigou . . . . .	1441/5. Toisen . .	1424/5 . . . . .	— 17/0 Toisen
Magrin . . . . .	47/0 . . . . .	157/7 . . . . .	+ 80/7
Puy Laurent . . . . .	97/0 . . . . .	177/2 . . . . .	+ 80/2
Rodez . . . . .	318/5 . . . . .	367/8 . . . . .	+ 43/3
La Coste . . . . .	859/0 . . . . .	807/4 . . . . .	— 51/6

Berge	Nach. Casini	verbessert	Unterschied
<i>La Courlande</i> .....	846,0 . . . . .	801,3 . . . . .	— 44,7
<i>Le Mont d'or</i> .....	1048,0 . . . . .	1001,3 . . . . .	— 46,7
<i>Le Puy de Dome</i> ...	817,0 . . . . .	789,1 . . . . .	— 27,9
<i>Le St. Partelemi</i> ....	1189,2 . . . . .	1225,4 . . . . .	+ 36,2
Etc.			

§ 13. Es ist leicht zu erachten, daß die auf verschiedenen dieser Berge beobachteten Barometerhöhen mit der Höhe der Berge, so Casini angegeben, nothwendig nicht übereinstimmen konnten. So z. E. ist *Rodez* um  $43\frac{1}{2}$  Klafter zu niedrig, *La Coste* um  $51\frac{2}{3}$  Kl. zu hoch angefeßt, der Unterschied beträgt 95 Kl. und folglich über einen halben Zoll Barometerhöhe.

S. 14. Da des Herrn Casini Fehler allein von der Strahlenbrechung herrühren, so ließen sie sich verbessern. Allein, für die peruvianischen Gebürge scheinen die Fehler wirklich in der Ausmessung der Winkel zu liegen, und folglich keine genaue und zuverlässige Verbesserung zu leyden. Bey aller Mühe, die ich mir gegeben, über die Beobachtungen, so die beyden Spanier *D. George Juan* und *Antonio de Ullao* in Druck gegeben, diese Ausbesserung vorzunehmen, habe ich nichts finden können, als eine vermischte Menge von kleinen und theils beträchtlichern Fehlern, welche die ganze Sache ungewiß machen, und keine Bestimmung zulassen. *D. Juan* sah es selbst ein, und unter andern Gründen wendet er vor, daß die ungestümmen Sturmwinde das Senkbley an dem Quadranten nicht ruhen ließen, wodurch man die Stellung des Quadranten hätte verificiren müssen. Dessen ungeacht giebt er die Winkel bis auf halbe Secunden an, eben so, als wenn die Lage des senkrechten Fadens auch bis auf eine halbe Secunde richtig bestimmt wäre. Ein einziges Exempel mag genug seyn, um zu zeigen, daß es hier um etliche Minuten fehlte.

82 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

§ 15. Es sey C (Fig. 1.) der Mittelpunkt der Erde, AD ihre Oberfläche, A und B zwey Orter, BD die Höhe des letztern über dem erstern. Der Bogen AB stelle den Weg vor, den das Licht von einem zu dem andern nimmt; AG und GB seyen zwey Tangenten: so wird der Ort A in B nach der Linie BG, und B in A nach der Linie GA gesehen. GAB und GBA sind die beyden Refractionen, und  $HGA = FGB$  ihre Summe. Weis man nun den horizontalen Abstand beyder Orter AD oder den Winkel ACB, und die zweyen Winkel GAE, GBF, welche die Tangenten AG, GA mit den Horizontalinien AE, FB machen: so kann die Summe der Refractionen oder der Winkel HGA gefunden werden. Und dieser muß wegen der Natur der Strahlenbrechung allezeit positiv seyn.

§ 16. Die vier Winkel  $CAG + AGB + GBC + BCA$  machen zusammen 360 gr. Nun ist:

$$CAG = 90^\circ + GAE$$

$$GBC = 90^\circ - GBF$$

$$AGB = 280^\circ - HGA$$

folglich:

$$QAE - GBF - HGA + BCA = 0$$

und

$$HGA = GAE - GBF + BCA.$$

§ 17. Es sey nun A *Pucaguaica*, B *Milán*, so giebt D. Juan folgende Beobachtungen an:

$$AD \text{ ist } 17648 \text{ Toisen, folglich } ACB = 0^\circ 18' 38\frac{1}{2}''$$

$$GAE = 1^\circ 23' 35''$$

$$GBF = 1^\circ 49' 14''$$

daher

$$HGA = -0^\circ 7' 0\frac{1}{2}''.$$

Sollte dieses seyn, so müßte AG unterhalb B, und BG unterhalb A fallen, und also der Bogen AB eine Krümmung haben, die der Natur der Strahlenbrechung ganz entgegen gesetzt ist.

§ 18. Es ist aber aus der Theorie der Refractionen HGA beynah  $\frac{1}{2}$  ACB folglich  $= + 0^{\circ} 2' 20''$ . Daher der Fehler  $= 0^{\circ} 7' 0\frac{1}{2}'' + 0^{\circ} 2' 20'' = 0^{\circ} 9' 20\frac{1}{2}''$ , und also über 9 Minuten.

§ 19. Fiele dieser Fehler allein auf den Winkel FBG, so müßte derselbe um so viel kleiner seyn, und hiedurch fände man  $AD = 434\frac{1}{2}$  T. Fiele er aber allein auf den Winkel GAE, so müßte dieser Winkel um  $9\frac{1}{2}$  Minute größer seyn, und hieraus würde  $BD = 493\frac{1}{2}$  T. gefunden werden. Der Unterschied zwischen beyden Höhen ist 49 Toisen, und folglich ungefehr der 9te Theil von der kleinern Höhe.

§ 20. Dieser Fehler von  $9\frac{1}{2}$  Minuten findet sich nur in dem Unterschiede der beyden Winkel GAE — GBF; und dieser Unterschied könnte endlich aus dem genauer bestimmten Winkel ACD und der Theorie der Strahlenbrechung genau gefunden werden. Allein zu Bestimmung der Höhe BD gebraucht man nicht den Unterschied, sondern die Summe beyder Winkel, weil  $BAD = \frac{1}{2} (GAE + FBG)$  ist. Es kann also ohne Absicht auf den Fehler von  $9\frac{1}{2}$  Min. um welche der Unterschied beyder Winkel zu klein ist, noch ein weit größerer Fehler in ihrer Summe seyn, welcher sich, ohne die Höhe BD, so erst daraus sollte gefunden werden, aus andern Gründen zu wissen, unmöglich ausfindig machen läßt.

§ 21. Die Höhen der peruvianischen Gebürge sind eben so wie die Pyrenäischen (S. 10.) von dem *Mar del Zur* stufenweise gemessen, und daher alle einzeln Fehler unter einander gemengt worden. Fast durchgehends ist der Refractionswinkel HGA zu

Klein, und in verschiedenen Fällen gar negativ, welches *D. Juan* selbst anmerkt, und als einen Grund angiebt, daß die Refraction viel zu unmerklich sey, als daß man darauf zu achten hätte; welches man ihm in solchen Fällen, wo die Fehler, so aus den Observationen entstehen, drey und mehrmal größer sind, leicht zugeben wird.

§ 22. Uebrigens muß man ihm die Gerechtigkeit wiederfahren lassen, daß das Mittel, so er aus diesen Fehlern nimmt, eben dasjenige ist, welches man wegen der Strahlenbrechung hätte nehmen müssen, wenn auch die Winkel *GAE* und *GBF* vollkommen richtig wären gemessen worden. Denn er macht *GBF* um die Hälfte des Fehlers kleiner, und *GAE* um die Hälfte desselben größer, welches ihm  $BAD = \frac{1}{2} (GAE + GBF)$  giebt, wie es seyn soll. Man sieht aber leicht, daß diese Verbesserung unter vier möglichen Fällen nur in einem derselben der Wahrheit nahe kömmt, weil bey gleichem Fehler des Unterschiedes, beyde Winkel eben so leicht zu groß oder zu klein seyn können, als der eine derselben allein zu groß und der andere zu klein seyn kann. Daß aber alle vier Fälle sich müssen ereignet haben, erhellet aus dem, daß die unter sich verglichenen Höhen der Berge, wenn man sie durch verschiedene Reihn von Triangeln sucht, sehr merklich verschieden sind, wie es *D. Juan* selbst anmerkt.

§ 23. Die Ausmessung des *Pico di Teneriffa* war noch minder genau. *Feuille* giebt sie 13158 Schuhe, und *Bouguer* nur 12318 Schuhe an. Der Unterschied ist 840 Sch. und beträgt folglich fast einen ganzen Zoll Barometerhöhe. Die erste ist unstreitig zu groß. *Feuille* bediente sich zweyer hinter einander liegenden Stände, um daraus den Abstand des Berges, und zugleich seine Höhe zu finden. Ueber diß kannte er die Wirkung der Refraction nicht, welche bey dieser Messungsart den Fehler verdoppelt. *Bouguers* Bestimmung kömmt der Wahrheit näher, ungeachtet sie wegen der Refraction annoch zu groß ist.

§. 24. Diese Beyspiele von Ausmessung der Berge, die aus vielen Gründen alles Ansehen der Glaubwürdigkeit hatten, werden genug seyn, um zu zeigen, wie ferne man sich auf andere Ausmessungen verlassen kann, wobey weder so gute Instrumente noch so viele Behutsamkeit bey Ausmessung der Winkel, und besonders des Abstandes der Berge, sind gebraucht worden. Man sieht zugleich auch den Grund ein, warum alle Tabellen, so man für die Barometerhöhen gerechnet, mit diesen Ausmessungen nicht übereintreffen konnten, wenn sie auch übrigens vollkommen richtig gewesen wären, und daß man eben so viel Ursach hat, an der Richtigkeit der Berghöhen, als an den Tabellen zu zweifeln.

§. 25. Die Höhen des Barometers haben noch ihre eigenen Fehler und Abweichungen, davon wir die wichtigsten in dem folgenden untersuchen werden. Da man sich aber hiebey ohne vieles Nachsinnen die Luft, die oben in dem Barometer bleibt, die beständigen Veränderungen desselben, die verschiedene Dichtigkeit der Luft u. s. w. leicht vorstellen kann; so wird man, wenn man noch bedenkt, daß jede Linie an dem Barometer in 70, 80 und mehr Schuhe müsse vertheilt werden, zum voraus vorstellen können, daß es bey Bestimmung der Höhe der Berge durch den Barometer auf 10 und mehr Klafter nicht ankommen könne, und folglich ein Fehler von dieser Art fast nothwendig müsse zugelassen werden. Bey sehr hohen Gebürgen ist dieser Fehler wirklich unmerklich, und wenn man die Alpen von der Meeresfläche an geometrisch ausmessen sollte, so ist aus vorigen Beyspielen leicht zu sehen, daß man noch merklich größere zu befahren hätte.

§. 26. Laßt uns nun die Theorie untersuchen. Mariotte nahm zu Bestimmung der Barometerhöhen auf den Bergen ein einziges Gesetz an, welches er aus seinen Versuchen hergeleitet. Er füllte (Fig. 2.) eine gebogene Röhre ABCE, die in A geschlossen,

und in AB mit Luft gefüllt war, nach und nach mit Quecksilber an. Das Quecksilber, welches in dem gebogenen Theile BFC D war, druckte nebst der äußern Luft in DE die, so in AB eingeschlossen war, zusammen. Die Höhe AB war dem Raume der Luft proportionirt, und die Höhe CD nebst der Höhe des Barometers der druckenden Kraft gleich. Verdoppelte er diese Kraft, so wurde der Raum AB doppelt kleiner, und überhaupt um eben so viel kleiner, als der Druck größer wurde. Doch da er denselben viermal enger zusammen druckte, so fieng die Verhältniß an, etwas merklicher von dieser Regel abzuweichen. In verdünnter Luft traf sie besser zu, und die Akademie zu Paris ließ in verschiedenen Weltgegenden Versuche darüber anstellen. Es ist diese Verhältniß als ein Gesetz der Natur allgemein angenommen worden, und neuerlich hat Herr Prof. Sulzer gesucht, durch genauere Versuche die noch rückständige kleine Abweichung bey sehr verdickter Luft zu bestimmen.

§ 27. Dieses Gesetz als das einzige angenommen, nach welchem sich die Verdünnung der Luft richtet, sind Mariottens Schlüsse richtig. Es sey (Fig. 3.) AB die Erdsfläche AC eine Luftsäule, AP eine vorgegebene Höhe. AB stelle die Dichtigkeit der Luft bey der Erdsfläche und PM eben dieselbe in der Höhe P vor. Man ziehe pm mit PM parallel und unendlich nahe. Da man nun die Dichtigkeit als das Gewicht der Luft in einem bestimmten Raume, den wir  $= 1$  setzen wollen, ansehen kann, so ist das Gewicht der Luft in dem Raume Pp dem Raume PMmp gleich, und folglich das Gewicht der ganzen Luftsäule PC in Verhältniß des ganzen Raumes CPMD. Nun aber ist nach Mariottens Gesetz diese auf P druckende Last der Dichtigkeit der Luft in P proportional; folglich muß auch der Raum CPMD in Verhältniß der Ordinate PM seyn. Die Analytik lehrt, daß diese Eigenschaft allein der

logarithmischen Linie zukömmt. Daher ist DMB eine Logistica, und PM stellt auf einmal die Dichtigkeit der Luft in P, und das Gewicht der darauf druckenden Luftsäule vor.

§ 28. Die logarithmische Linie hat vor allen übrigen krummen Linien das besonders, daß wo sie sich einmal in eine Gleichung einmengt, sie in wenigen Fällen wieder kann weggebracht werden. Ihr Raum hängt von ihren Ordinaten ab, und die Dignitäten der Ordinaten sind nur andere Ordinaten von ihr selbst genommen, eben wie die Producte aus denselben mit jeden andern Größen. Sie muß in jeden unendlich kleinen Theilen, und vor der Integration geändert werden, wenn sie verschwinden soll: und auch darinn läßt sie sich schwer ändern. Man hätte aus diesen Betrachtungen vermuthen sollen, daß das mariottische Gesetz von der Verdünnung der Luft eben nicht so leicht könne abgeändert werden, daß man die logarithmische Linie, so dabey vorkömmt, in eine andere verwandelte, oder statt deren eine Parabel annahm, wie es Masraldi und verschiedene andere gethan.

§ 29. Allerdings ist das Gesetz der Elasticität, welches Mariotte zum Grund legte, nicht das einzige, nach welchem sich die Abnahme der Dichtigkeit und Schwere der Luft richtet. Die Wärme und die Dünste, so häufig in der Luft schweben, tragen nicht wenig dazu bey. Allein Mariottens Gesetz kömmt bey beyden wieder vor, weil sich immer der durch die Last der aufliegenden Luft und Dünste enger zusammengepreßte Raum umgekehrt wie die druckende Last, und gerade wie die Wärme verhält. Wärme und Dünste ändern sich nur bey der Erdoberfläche stärker, in größern Höhen wird jene beständiger, und diese erheben sich nicht einmal bis dahin.

§ 30. Außer diesen Ursachen kann man sich noch zwei vorstellen, welche die Dichtigkeit der Luft ändern können. Einmal kann es aus vielen Ursachen, und besonders durch die Fermentation geschehen, daß neue Luft erzeugt wird: und hinwiederum lassen sich Ursachen angeben, wodurch die Luft einen Theil ihrer Elasticität verliert, oder wodurch dieselbe verstärkt wird. Ob die ungemeyn starke Elasticität, so man den Dünsten zuschreibt, und durch verschiedene Versuche darthut, sich auch in freyer Luft äußere, und wenn es geschieht, in derselben fortdaure, ist eine Frage, die sich nicht so leicht durch Versuche bestimmen läßt, als sie von vielen bejahet wird.

§ 31. Man kann aber alle diese Ursachen in zwei allgemeine Classen bringen, wenn man das, was in der Luft elastisch ist, zusammen nimmt, und es von dem Uebrigen, so man als eine todte Last ansehen kann, unterscheidet; ohne sich an den besondern Namen aufzuhalten, die diese Theile haben mögen. Wenn wir die erstern überhaupt reine Luft, die andern aber schlechtem Dünste nennen, so sind sie zu unserm Vorhaben zureichend von einander unterschieden.

§ 32. Ueberdies kann man, in Absicht auf die ganze Masse der Luft, etwas Beständiges annehmen, so verworren die Abänderungen ihrer Schwere und Dichtigkeit von Tag zu Tag seyn mögen. So wenn man aus den Barometerhöhen von einem oder mehreren Jahren das Mittel nimmt, so ist dasselbe an gleichem Orte immer sich selbst gleich, und eben dieses findet sich bey den monatlichen Veränderungen des Barometers, wenn man viele Jahre zusammen nimmt. Die Elasticität der zusammen gepreßten Luft läßt sich viele Jahre ohne merklichen Abgang erhalten.

§ 33. Ferner ist leicht einzusehen, daß, wenn Mariottens Regel vollständiger gemacht werden soll, man nothwendig dabey voraus setzen müsse, daß die ganze Luft in Ruhe, oder statu permanentiæ sey. Hebt man dieses Gleichgewicht auf, so setzt man eine Unrichtigkeit, welche die Luft selbst nicht leydet; weil sie sich immer bestrebt, wiederum in ihren Beharrungsstand zu kommen. Eben dieses muß auch in Absicht auf die Observationen der Barometerhöhen auf den Bergen in Acht genommen werden; wenn man diese Unrichtigkeit dabey vermeiden, die Theorie mit der Erfahrung vergleichen, und die Höhe des Ortes daraus finden will.

§ 34. Da es, vermög obiger Betrachtungen, sehr vermuthlich ist, daß Mariottens Gesetz die Oberhand behalte, und höchstens nur mäßige Einschränkungen leyde, so lohnt es sich der Mühe, das selbe genauer zu untersuchen. Wir wollen dieses auf folgende Art thun. Erstlich werden wir die Elasticität, worauf sich dieses Gesetz gründet, nach ihren beyden Veränderungen betrachten, und dieselben deutlicher von einander unterscheiden. Sodann werden wir annehmen, die Luft sey vollkommen so beschaffen, wie sie Mariotte annimmt. Hieraus werden sich die Gesetze der Barometerhöhen und ihrer Veränderungen bestimmen lassen: und es wird sich zeigen, worinn diese Schlüsse von den Erfahrungen abweichen; und wie viel man diesen näher kömmt, wenn man nach und nach die Wirkungen der Wärme und der Dünste mit in die Rechnung zieht.

§ 35. Die Schnellkraft der Luft ändert sich durch die Wärme und durch die aufliegende Last. Man kann diese beyden Veränderungen süglich von einander unterscheiden, wenn man sagt: daß die Schnellkraft durch die Wärme verstärkt, und durch die aufliegende Last vergrößert werde. Die Größe derselben kann man sich durch die Menge der Lufttheilchen in einem bestimmten Raume, die Stärke aber durch die Dehnkraft eines jeden Theilchens vorstellen.

stellen. Und auf diese Art ist klar, daß sie durch den Druck größer, durch die Wärme aber stärker wird. Diese Vorstellungsart, welche wir hier der Kürze und Deutlichkeit halber annehmen, wird vollkommen richtig, wenn man, was bisher nur vermuthet wird, beweist: daß die Lufttheilchen für sich nicht elastisch sind, daß die Elasticität schlechterdings den Feuertheilchen eigen sey, und der Luft nur darum mitgetheilt werde, weil sie den Druck der Feuertheilchen leicht annimmt und fortpflanzt. Meines Erachtens wären völlig aufgelöste einzelne Wassertheilchen hiezu hinreichend tüchtig, weil sie ohne das keinem Drucke nachgeben, hingegen von der Wärme aufgelöst, und durch das unaufhörliche Aufsteigen der Wärme von der Erde in einer gewissen Höhe aufgehallen, in derselben sich wieder zusammen ballen, und zu Dünsten werden können, im Winter wegen geringerer Wärme minder in die Höhe getrieben werden, und im Sommer in größerer Höhe schweben.

§ 36. Indem Mariotte sein Gesetz auf die ganze Luft ausdehnet, nimmt er dabey an, daß sie in allen Höhen eben so beschaffen sey, wie sie in der gläsernen Röhre bey seinem Versuche war. Dadurch aber setzt er, die Wärme sey in allen Höhen einerley, und die Dünste in eben der Verhältniß ausgebreitet, in welcher die Dichtigkeit der Luft abnimmt. Wäre die Luft beständig, und durch ihre ganze Höhe mit so vielen Dünsten angefüllt als sie ertragen könnte, so würde man ihm die letzte Voraussetzung zu geben. Es scheint aber, die untere Luft, welche an die Erdoberfläche stößt, sey mit schwerern und mehrern Dünsten erfüllet, als es nach Maasse ihrer Dichtigkeit die obere Luft ist, oder, welches einerley ist, die Dichtigkeit der Dünste nimmt, von unten an gerechnet, schneller ab, als die Dichtigkeit der Luft. Man sieht aber leicht ein, daß man hiebey Mariottens Gesetz noch merklich beybehalten könne, wenn man die Menge der Dünste in jeder Höhe in zweyen Theile ver-

theilt,

theilt, davon der erste mit der Luft gleiche Proportion behält, der andere aber der Ueberschuß ist, um welchen die Dünste in der untern Luft gehäufet sind, als in der obern.

§ 37. Die Wärme, so Mariotte in allen Höhen beständig sezt, ist es allerdings nicht. Sie ist unten größer als oben, doch nimmt sie nicht so ab, daß in der Oberfläche der Luft eine absolute Kälte herrschen sollte. Die Feuertheilchen, die von der Erdoberfläche unaufhörlich aufsteigen, dringen nothwendig durch die ganze Luftpöhe hindurch; und müssen folglich auch die Oberfläche der Luft noch erwärmen. Man kann ohne Bedenken annehmen, daß die Luft in einer absoluten Kälte zusammen fallen müßte, welches allerdings in der obern Luft nicht geschieht. Höchstens werden der Luft dadurch nur gewisse Schranken gesetzt.

§ 38. Zieht man diesen Grad der Wärme, so die obere Luft noch hat, von dem untern ab, so wird dieselbe wieder in zweien Theile vertheilt, davon der erste beständig ist, und folglich zu Mariottens Regel gehört; der andere, welcher allem Vermuthen nach der geringere Theil ist, nimmt von oben herab gerechnet, beständig zu; und macht von dieser Regel eine Abweichung, welche derjenigen, so der vorbemeldte Ueberschuß der Dünste macht, entgegen gesetzt ist, und folglich dieselbige wenigstens zum Theil aufhebt. Man begreift hiebey leicht, daß Mariottens Regel vollkommen richtig bleiben würde, wenn der Ueberschuß der Wärme die untere Luft gerade um so viel dünner machte, als sie von dem Ueberschusse der Dünste durch ihr Gewicht dichter gemacht wird. Allein dieses läßt sich nicht beweisen. So viel ist wenigstens gewiß, daß die Regel aus diesen beyden Ursachen weniger von der Wahrheit abweicht, als wenn nur eine derselben allein wäre.

§ 39. Aus diesen Betrachtungen erhellet, wie weit man Mariottens Regel ausdehnen kann. Laßt uns dieselbe nun allein betrachten, und die Gesetze der Abänderungen der Luft daraus herleiten. Wir schicken daher folgende Sätze zum voraus.

§ 40. Bey gleicher Masse der Luft, und bey gleichem Drucke, wächst die Wärme in gerader Verhältniß des Raumes, durch welchen sie die Luft ausdehnt, oder in umgekehrter Verhältniß der Dichtigkeit. Man drücke die Luft wieder in den vorigen Raum zusammen, so nimmt das drückende Gewicht umgekehrt zu, wie der Raum. Da nun das Gewicht wegen der nunmehr größern Dehnkraft der Wärme muß verstärkt werden; so ist klar, daß diese Kraft um eben so viel zugenommen. Folglich wächst sie bey gleichem Raume in Verhältniß des Gewichtes, bey gleichem Gewichte in Verhältniß des Raumes, oder umgekehrt wie die Dichtigkeit.

§ 41. Wiederum, da die Wärme die Schnellkraft eines jeden Lufttheilchens verstärkt, so haben bey größerer Wärme weniger Lufttheilchen eben die Größe der Schnellkraft, als vorhin mehrere Lufttheilchen hatten. Es ist aber die Größe der Schnellkraft die Menge der Lufttheilchen in einem bestimmten Raume, (§ 25.) folglich müssen sich dieselben bey gleichem Drucke in eben der Verhältniß ausdehnen, in welcher die Wärme zunimmt.

§ 42. Da man hiedurch ein genaues Maaß von der Kraft der Wärme hat, und die Wärme sich uns durch nichts anders als diese Kraft und ihre Folgen zu erkennen giebt; so kann man dieses Maaß als das Maaß der Wärme ansehen, und wir werden im Folgenden durch die Wärme und diese Kraft, in so ferne es die Wirkungen derselben in der Luft betrifft, einerley verstehen. Das Luftthermometer giebt uns diese Kraft an, und seine Sprache ist verständlich.

§ 43. Es ist also die Dichtigkeit der Luft in gerader Verhältniß des Druckes, und in umgekehrter Verhältniß der Wärme. Dieser Satz bestimmt die Abnahme der Dichtigkeit und Schwere der Luft in jeden Höhen vollkommen. Und man sieht von selbst, daß man zu der drückenden Kraft nicht nur die aufliegende reine Luft, sondern auch die Dünste mitrechnen müsse (§ 31.)

§ 44. Die Dünste, so zugleich mit der Luft zusammengepreßt werden, vermehren ihre Schnellkraft auf eine doppelte Art. Einmal in so ferne sie einen Raum einnehmen, und dadurch die Lufttheilen noch enger zusammen pressen. Diese Wirkung scheint aber nur bey vielfach dichterem Luft, als die natürliche ist, merklich zu werden. (§ 26.) So lange die Dünste in den Zwischenräumen der reinen Luft hangen bleiben, so hindern sie die Zusammenpressung merklicher, und von dem Raum, welchen die Luft dem Anschein nach einnimmt, muß ein gewisser Theil abgezogen werden, wenn man Mariottens Gesetz bey sehr verdickter Luft beybehalten will. Nimmt man an, die Schnellkraft der Luft komme schlechterdigs von der Wärme her, so muß man nicht nur den Raum, den die gröbern Dünste einnehmen, sondern auch den Raum aller einzeln und reinen Lufttheilchen abziehen.

§ 45. Ziehen sich aber die gröbern Dünste in gepreßter Luft zusammen, und werden durch das Zusammenpressen an die Seiten des Gefäßes angeschlagen, daß sie zusammen rinnen: so nehmen sie, da sie nicht mehr mit ungleich artigen Theilchen vermengt sind, weniger Raum ein: und in diesem Fall kann es geschehen, daß sie die Luft enger zusammen preßt, als es nach Mariottens Gesetze seyn sollte. Eben dieses geschieht auch, wenn sich in Mariottens Versuch ein Theil der reinen Luft in das Quecksilber hinein dringt.

Denn dadurch nimmt die Masse der Luft ab, und sie fällt enger zusammen.

§ 46. Da diese Abweichung von Mariottens Regel in dünnerer Luft unmerklich wird, so hat sie dabey nichts zu sagen, und kann füglich weggelassen werden. Hingegen ist die andere Art, wodurch die Dünste die Schnellkraft der Luft vermehren, desto beträchtlicher. Denn da sie als eine todte Last anzusehen sind, (§ 31.) so vermehren sie das Gewicht der ganzen Luft, und helfen folglich die untere noch enger zusammen drücken, ohne daß sie selbst etwas hätten, das sich dem Drucke widersetzte. Sie geben demselben nach, und sind zu schwer, um ihn fortzupflanzen.

§ 47. Wir betrachten hier die Dichtigkeit der Luft und der Dünste in Absicht auf ihr Gewicht, und können daher Kürze halber die Dichtigkeit das Gewicht derselben in einem bestimmten Raume nennen. Den Raum werden wir durch  $J$  ausdrücken, und das Gewicht durch die Höhen des Quecksilbers im Barometer andeuten. Es stellen also (Fig. 3.) die Ordinaten  $AB, PM$  so wohl das Gewicht der aufliegenden Luft, als die Höhen des Barometers vor, welche derselben das Gleichgewicht hält. Sodann ist  $AC$  eine Luftsäule von gleicher Grundfläche, wie das Quecksilber im Barometer, und  $AP, AC$  stellen den Raum derselben vor. Da wir im Folgenden das Gewicht der reinen Luft und der Dünste von einander trennen werden, so ist klar, daß sich die Ordinaten  $AB, PM$  in ähnliche Theile zerfallen müssen. Dermalen betrachten wir sie noch unzertrennt.

§ 48. Bey gleicher Wärme sind die Ordinaten  $PM$  das Maaß der Größe der Schnellkraft. Denn sie stellen das Gewicht der aufliegenden Last vor. (§ 47.) Je größer dieses Gewicht ist, desto enger drückt es die Luft in  $Pp$  zusammen (§ 26. 43.)  
und

und in gleicher Verhältniß wird die Schnellkraft größer (§ 35.): folglich verhält sich bey gleicher Wärme die Größe derselben, wie die Last, und daher auch wie die Ordinaten PC.

§ 49. Bey ganz reiner Luft ist die Subtangente PT das Maaß der Wärme in dem Räumchen Pp. Denn PM und pm sind das Gewicht der über P und p liegenden Luft, Mn ist der Unterschied desselben, und folglich das Gewicht der Luft in Pp. Ferner ist

$$Mn : Pp = MP : PT$$

$$PT = \frac{PM \cdot Pp}{Mn} = \frac{PM \cdot mn}{Mn}$$

Man setze nun PM, pm, Mn beständig; so erfolgen alle Veränderungen, so sich in dem Räumchen Pp = mn zutragen können: auch in der Subtangente PT; weil in diesem Fall beyde in einerley Verhältniß zu- und abnehmen. Wird nun die Wärme in Pp größer, so nimmt der Raum Pp = mn zu, wie die Wärme; weil Masse und Gewicht bleibt (§ 40.): folglich vergrößert sich auch PT in Verhältniß der Wärme; und ist also in dieser Absicht das Maaß der Stärke der Schnellkraft und der Wärme zugleich (§ 35. 42.)

§ 50. Dieser Satz bleibt noch unverändert, so lang man setzen kann, daß reine Luft und Dünste aller Orten eine proportionale Dichtigkeit behalten. Denn da die Dünste nur als eine todte Last betrachtet werden, so ist es in diesem Fall eben so viel, als wenn das Gewicht eines jeden Lufttheilchens auf eine gleichförmige Art vermehrt wäre.

§ 51. So lang die Luft und Wärme in Pp einerley ist, bleibt die Subtangente PT beständig. Denn in diesem Fall ist noch der Druck der aufliegenden Luft allein veränderlich. Nun aber nimmt PM zu, wie mn abnimmt; weil der Raum sich umgekehrt wie

96 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

wie das Gewicht verkleinert. Da nun hier  $M_n$  beständig ist, und das Product  $PM$ .  $mn$  auch, so ist auch  $PT$  beständig.

§ 52. Bey gleichem Drucke  $pm$  und gleicher Wärme in  $Pp$  nimmt die Subtangente  $TP$  ab, wenn sich in  $Pp$  die Dünste häufen, und die Abnahme ist umgekehrt, wie das Gewicht der Luft und Dünste in  $Pp$ . Denn in diesem Falle nimmt das Gewicht in  $Pp$  zu, und  $M_n$  wird in gleicher Verhältniß größer. Nun aber ist (§ 49.)

$$PT = \frac{PM \cdot mn}{M_n}$$

folglich, da  $PM$  und  $mn$  beständig bleiben,

$$PT = 1 : M_n.$$

§ 53. Hat man also die Subtangente  $PT$  für reine Luft bestimmt, so ist es leicht, dieselbe für jeden Zuwachs der Dünste zu bestimmen, weil sie umgekehrt zunimmt, wie das ganze Gewicht der Luft und Dünste in  $Pp$ .

§ 54. Ueberhaupt werden durch diese vier Lehrsätze (§ 48. 49. 51. 52.) alle Veränderungen bestimmt, welche die krumme Linie  $BMD$  leidet, wenn Wärme, Luft und Dünste sich ändern.

§ 55. Nach Mariottens Regel ist diese Linie logarithmisch, und folglich die Subtangente  $PT$  von beständiger Größe. Sollte also diese Regel Statt haben, so sind dabey folgende Fälle möglich. Einmal bey ganz reiner Luft muß die Wärme durch die ganze Lufthöhe beständig seyn. Denn in diesem Falle ist die Subtangente das Maas der Wärme (§ 49). Sodann hat diese Regel auch Statt, wenn bey gleicher Wärme die Dichtigkeit der Luft und der Dünste in einerley Verhältniß abnehmen. (§ 50.) Endlich geht sie noch an, wenn die Wärme in  $Pp$  die Luft um eben so viel dünner macht,

macht, als sie von der Aufhäufung der Dünste dichter gemacht wird. Denn da ist es eben so viel, als wenn die Wärme beständig, die Luft rein, oder die Dünste nach gleichem Maaße darinn vertheilt wären.

§ 56. Aus diesen Fällen werden wir nun den ersten besonders betrachten, und daher die Luft rein und die Wärme durch die ganze Höhe beständig setzen, so viel sich auch übrigens die Masse der Luft und der Grad der Wärme ändern kann.

§ 57. Ändert sich nur die Masse der Luft, so bleibt die Subtangente  $PT$  unverändert, weil sie in diesem Falle das Maaß von der Stärke der Schnellkraft ist: (§ 49.) folglich bleibt  $BMD$  eine und eben dieselbe logarithmische Linie, und alle Ordinaten werden durch die ganze Lufthöhe in gleichem Verhältnisse größer oder kleiner, weil die Abscissen  $AP$  nothwendig einerley bleiben.

§ 58. Daher sind in diesem Falle die Veränderungen des Barometers den mittlern Barometerhöhen proportional; und werden diese als Abscissen, jene als Ordinaten angesehen, so ist die Linie, so durch die Ende der Ordinaten geht, eine gerade Linie, und daher die Gleichung zwischen beyden vom ersten Grade. Diese Eigenschaft der mariottischen Regel läßt sich leicht durch die Erfahrung untersuchen, wenn man die gänzliche Veränderung des Barometers in sehr verschiedenen Lufthöhen mit den mittlern Höhen des Barometers vergleicht.

§ 59. Wenn hingegen bey gleicher Masse der Luft, die Wärme durch die ganze Höhe  $AC$  größer oder kleiner wird, so wird im ersten Fall die Subtangente  $PT$  größer, im andern Falle kleiner

98 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

(S 49.) Die unterste Ordinate AB oder die Barometerhöhe an der Meeresfläche bleibt unverändert. Hingegen wird im ersten Fall jede andere Barometerhöhe PM, von A an gerechnet, in eben der Verhältniß weiter hinauf gerückt, in welcher die Wärme und die Subtangente PT zugenommen, weil in diesem Falle alle Abscissen, so zwischen proportionalen Ordinaten liegen, zugleich mit der Subtangente größer werden. Daher werden zwar an jedem Ort, der über A liegt, alle Barometerhöhen größer oder kleiner, allein die Veränderung ist den mittlern Höhen im geringsten nicht proportional, wie sie es in dem vorigen Falle war (§ 57. 58.) Sie ist aber da am größten, wo sich die Höhe des Barometers in eben der Verhältniß wie die Wärme oder die Subtangente verändert hat; und man findet die Höhe des Ortes, wo sie am größten ist, wenn man die Differenz der Logarithmen der beyden Subtangenten durch das Product der Subtangenten multiplicirt, und was herauskömmt durch die Differenz der Subtangenten dividirt. Es müssen aber die hyperbolischen Logarithmen genommen werden. Nimmt man die Gemeinen, so muß der letzte Quotient noch durch 2,4242945 dividirt, oder durch 2,3025857 multiplicirt werden.

§ 60. Man sieht leicht, daß, wenn Mariottens Regel in Absicht auf diesen Fall solle untersucht werden, es nicht so wohl durch die Veränderungen des Barometers, als durch die mittlere Höhe desselben geschehen müsse. Denn da sich in dem europäischen Clima die Wärme vom Winter zum Sommer sehr merklich ändert; so muß diese mittlere Höhe des Barometers im Sommer größer seyn als im Winter. Laßt uns setzen, die Wärme verändere sich wie 8 zu 9, und die Subtangente PT sey im Winter 4000. Toisen, so ist sie im Sommer 4500 Toisen. Nun sind die hyperbolischen Logarithmen:

Von Barometerhöhen und Veränderungen. 99

von 4500 = 8, 4118326

von 4000 = 8, 2940496

der Unterschied = 0, 1177830.

folglich die Höhe der Luft, wo die mittlere Barometerhöhe sich am stärksten verändert,

$$H = \frac{4500 - 4000 \cdot 0, 1177830}{4500 - 4000} = 4240 \text{ Toisen.}$$

Ist nun die mittlere Höhe an der Meeresfläche 28 Zoll, so ist sie in dieser Höhe H

im Winter = 9" 8 $\frac{1}{2}$ "

im Sommer = 10 11

der Unterschied = 1 2 $\frac{1}{2}$ .

Dieser Unterschied wäre also die größte Veränderung der mittlern Höhe, und belauft sich auf den 9ten Theil derselben.

§ 61. Da sie also sehr geringe ist, so lassen sich die übrigen, so für höhere oder niedrigere Orter sind, ziemlich genau auf folgende leichte Art finden. Denn da sie vermög der Natur der logarithmischen Linie in eben der Verhältniß, wie das Product aus der Höhe des Ortes AP mit der Barometerhöhe, PM multiplicirt zu- und abnehmen, so multiplicire man die gefundene Höhe von 4240 Toisen mit der gefundenen Sommerhöhe des Barometers 10" 11" oder 131", so kommen 555440 für den Divisor. Sodann multiplicire man auch die Toisen AP mit den Linien PM, so wird die Veränderung der mittlern Höhe in P von Sommer zu Winter seyn:

$$= \frac{14\frac{1}{2} \cdot AP \cdot PM}{555440}$$

§ 62. Es sey z. E. an einem Orte AP = 1200 Toisen, PM im Sommer 21" 8" = 260, so ist die Veränderung der mittlern Höhe daselbst

N 2

= 14

$$= \frac{14\frac{1}{2}''' \cdot 1200 \cdot 260}{555440} = 8\frac{1}{7} \text{ Linien.}$$

Diese Regel wird der Wahrheit annoch nahe kommen, wenn man annimmt, daß sich zwar die größere Wärme, die im Sommer bey der Erdofläche ist, nicht durch die ganze Luftpöhe gleich verstärke, aber dagegen desto mehr schwerere Dünste in die Höhe treibe. Denn es ist klar, daß die mittleren Barometerhöhen in P deswegen zunehmen, weil die untere Luft von der Wärme in die Höhe getrieben, und folglich die auf P liegende Last dadurch vergrößert wird. Dieß geschieht nun ebenfalls, wenn an statt der Luft Dünste über P kommen.

§ 63. Eben dieses geht noch an, wenn gleich die Wärme in den verschiedenen Luftpöhen verschieden ist, dagegen aber des Sommers in gleicher Verhältniß zunimmt. Denn in diesem Falle werden zwar die Subtangenten ungleich, dagegen aber werden sie auf eine gleichförmige Art größer, und alle Ordinaten PM werden in einerley Verhältniß höher hinauf gerücket.

§ 64. Wir haben hiebey gesetzt, daß die Barometerhöhe in A unverändert bleibe, wenn sich gleich Kälte und Wärme ändert. Und dieses findet auch Statt, wenn die Veränderung der Wärme aller Orten zugleich geschieht, und wenn man annimmt, die Erdofläche sey ganz eben. Denn da die Wärme das Gewicht der ganzen Masse der Luft nicht vermehrt, so ist klar, daß das Barometer an der Meeresfläche müsse unverändert bleiben, ungeachtet es sich in allen höhern Orten ändert. Ist aber die Veränderung der Wärme nicht allgemein, so ist klar, daß die Luft nur da aufgeschwellt wird, wo sich die Wärme vermehre hat, und daher wird in der obern Luft das Gleichgewicht gehoben, weil die aufgehäuften Luft seitwärts abfließen kann.

§ 65. Diese Aufhebung des Gleichgewichtes verursacht eine Circulation der Luft, wenn die Wärme durch einen größern Strich Landes vermehrt wird. Denn indem sie oben aus dem wärmern Orte in die angränzenden Kältern herüber dringt, so wird in dieser der Druck vermehrt, und folglich das Gleichgewicht an den untern Oertern gehoben, wodurch wiederum die Luft unten gegen den wärmern Ort zufließt. Man kann diese Circulation der Luft als eine der vornehmsten Ursachen ansehen, welche öfters machen, daß die Winde in der obern und untern Luft eine entgegengesetzte Richtung haben. Sie ist desto stärker und anhaltender, je größer der Unterschied der Wärme ist, je schneller sie abwechselt, und je größer der Strich Landes ist, in welchem sie sich äußert. Es ist für sich klar, daß sie ebenfalls entstehen müsse, wenn die Erde und daher auch die Luft irgendwo kälter wird.

§ 66. Die Abänderungen der Wärme und Kälte sind überhaupt bey den Polen größer als bey dem Aequator, und auf dem festen Lande größer als auf dem Meere. Es entstehen demnach daher zweyerley allgemeine Richtungen dieser Circulationen, davon die ersten von Norden gegen Süden, die andere aber von dem Wasser gegen das Land geht. Man sieht leicht, daß es unter beyden und besonders unter den erstern solche geben müsse, die halbe Jahre dauern, und daß sich hieraus diejenigen Winde überhaupt angeben lassen, die in einem Lande die häufigsten sind.

§ 67. Wendet sich die Wärme in einem kleinern Striche Landes, so hört auch die Circulation geschwinder auf, und der Erfolg davon ist, daß das Barometer in A höher steht, wenn die Wärme zugenommen hat, und hingegen niedriger, wenn es kälter geworden. Denn die Luft setzt sich so ins Gleichgewicht, daß nunmehr an dem wärmern Orte eine dünnere Luft der dichtern am kältern Orte, wegen

der verstärkten Schnellkraft widerstehn kann, indem ein Theil davon seitwärts ausgewichen, und folglich den Druck der kältern Luft verstärkt hat. Dieses geht aber nur alsdann an, wenn die obere Luft an beyden Orten kalt ist; weil sie sich über dem wärmern Orte mehr häufen, und folglich der durch die Wärme verstärkten Federkraft der untern Luft, durch einen größern Druck, das Gleichgewicht halten muß. Und dieser Umstand kann bey kleinern Strichen Landes Statt finden, weil sich die Wärme nicht nur in die Höhe sondern auch gegen die kältern Dertter zieht. Ist aber die Veränderung der Wärme allgemeiner, so währt die Circulation länger, und mehrentheils so lang, bis eine entgegen gesetzte Veränderung der Wärme erfolgt. (§ 66.)

§ 68. Das andere Stück, so wir zum voraus gesetzt haben, ist, daß die Erdoberfläche eben sey. Da sie es aber nicht ist, so bleibt noch zu untersuchen, was die Berge beyrtragen können, die Höhe des Barometers an der Erdoberfläche zu ändern, wenn sich bey dem mariottischen Gesetze die Wärme verändert. Wir werden hier die Berge betrachten, nicht in so ferne sie die Wärme und Kälte verändern können, sondern nur in so ferne sie einen Raum in der Luft einnehmen, und die Luftsäulen abkürzen und ungleich machen.

§ 69. Es stehe also (Fig. 4.) die Luftsäule HACG auf der Erdoberfläche, GDEF auf einer Höhe DE. Man setze, beyde seyen in DG von einander abgesondert, daß sie keine Gemeinschaft mit einander haben. Wird nun die Wärme in beyden größer, so dehnt sich die Luft in jeder in die Höhe aus. Die Barometerhöhen in AC und DE bleiben unverändert, wie sie vorher waren, hingegen in jeder andern Höhe H werden sie größer (§ 59.) Folglich steht nunmehr das Barometer in JD höher als in DE, da vorhin beyde gleich hoch stunden. Man nehme nun die Scheidwand CG hinweg,

so ist offenbar, daß kein Gleichgewicht Statt hat, sondern die Luft in JHGD sich in DGFE hinüber zieht: und da folglich der Druck in AC dadurch vermindert wird, so dehnt sich auch die Luft in AJDC mehr aus, zieht sich in die Höhe, und treibt noch einen Theil in DGFE hinüber, bis sie in beyden Oertern ins Gleichgewicht kömmt. Da nun ein Theil der Luft, die bey milderer Wärme über AO war, in DGFE kömmt, so ist klar, daß ihr Druck auf AC um eben so viel vermindert wird, und folglich muß das Barometer in AC bey zunehmender Wärme fallen. Dieses würde nun nicht geschehen, wenn in CDEB auch Luft wäre: folglich ist jeder Körper, so den Raum der Luft oder die Höhen ihrer Columnen vermindert, ein Grund des Falls des Barometers in AC bey zunehmender Wärme. Nimmt hingegen die Wärme ab, so muß das Barometer in A steigen.

§ 70. Es sey die Höhe des Barometers in AC =  $a$ , die Subtangente der logarithmischen Linie, welche nach Mariottens Gesetz den Fall des Barometers anzeigt, =  $f$ , ferner setze man AC =  $b$ , CB =  $c$ , CD =  $f$ , und den Logarithmum von  $e = 1$ . So ist die Höhe des Barometers in DE =  $ae^{-f:f}$ , folglich das Gewicht der Luftsäule HACG =  $ba$ , der andern Luftsäule GDEF =  $cae^{-f:d}$ , die Summe von beyden

$$P = a(b + ce^{-f:f})$$

Diese Summe bleibt beständig, wenn sich gleich die Wärme ändert. Man setze nun, daß dieses geschehe. Da nach oben erwiesenem die Subtangente das Maasß der Wärme ist (§ 49.) so laßt uns sie =  $\theta$  setzen, und das Gewicht der sämtlichen Luft wird nunmehr seyn:

$$P = a(b + ee^{-f:\theta})$$

folglich

folglich:

$$a (b + ce^{-f:\Gamma}) = \alpha (b + ce^{-f:\theta})$$

und daher

$$a:\alpha = (b + ce^{-f:\theta}) : (b + ce^{-f:\Gamma})$$

Setzt man nun  $\theta > \Gamma$  so ist:

$$f:\theta < f:\Gamma$$

$$b + ce^{-f:\theta} > b + ce^{-f:\Gamma}$$

folglich

$$a > \alpha$$

Nun ist  $a$  und  $\alpha$  die Höhe des Barometers in beyden Fällen, daher ist sie bey zunehmender Wärme kleiner.

§ 71. Laßt uns z. E. setzen,  $f$  sey  $\frac{1}{5}\Gamma$ , und die Wärme vermehre sich ebenfalls um  $\frac{1}{5}$  Theil, so wird  $f = \frac{1}{5}\theta$ , und folglich

$$a:\alpha = (b + ce^{-1:21}) : (b + ce^{-1:20})$$

oder

$$a:\alpha = (b + 0,9535 \cdot c) : (b + 0,9512 \cdot c)$$

Setzt man  $b = c$ , so wird:

$$a:\alpha = 19535 : 19512 = 336''' : 335\frac{2}{3}'''$$

Und folglich der Fall des Barometers in AC fast eine halbe Linie.

§ 72. Wir haben hiebey  $f = \frac{1}{5}\Gamma$  und folglich CD ungefähr 200 Toisen angenommen, welche Höhe sehr mittelmäßig ist. Sodann haben wir  $f:\theta = 20:21$  gesetzt, welche Veränderung der Wärme besonders in Thälern, in einem Vormittage vorgehen kann, wo  $b$  kleiner ist als  $c$ . Man sieht hieraus, daß die unebene Erdoberfläche zureichend ist, das Barometer von Morgen bis Nachmittag um eine halbe Linie und mehr fallen zu machen.

§ 73. Sodann haben wir Kürze halber den Raum CDEB rechtwinklicht angenommen, weil die wahre Figur der Berge, ihre Höhe und Verhältniß zu den ebenen Orten nicht bekannt ist, und wenn sie es auch wäre, das mariottische Gesetz, weil es noch mehrere Einschränkungen leydet, nicht zureicht, eine so kleine Veränderung genau zu bestimmen. Laßt uns nun die Erfahrungen untersuchen.

§ 74. Die größten Veränderungen des Barometers an verschiedenen Orten sind auf eine gedoppelte Art ungleich. Sie sind kleiner, je näher der Ort bey dem Aequator, und jemehr derselbe über die Fläche des Meeres erhaben ist. Die Erfahrungen, so man hierüber hat, bestätigen dieses überhaupt: sie reichen aber nicht zu diese Ungleichheit nach beyden Abwechslungen allgemein zu bestimmen. Ich werde also diejenigen anbringen, die mir zu Gesicht gekommen, und daraus auf die übrigen solche Schlüsse machen, welche der Natur der Sache gemäß sind, und daher von der Wahrheit, wenigstens nicht merklich abweichen.

§ 75. In Peru hat man die größte Veränderung an der Fläche des Meeres ungefehr 3 Linien, in Jamaica bey 4 Linien gefunden. Bey dem Vorgebirge der guten Hoffnung wächst sie bis auf 10 Linien. In dem Parallelstriche von Paris auf 28 Linien, zu Petersburg auf 33, und in Island bis auf 3 Zolle.

§ 76. Trägt man nun (Fig. 5.) auf die Linie AB die Polhöhen dieser Orten, und richtet auf die gefundenen Puncten Ordinate auf, welchen man die Länge giebt, so den ersterwähnten Veränderungen des Barometers entspricht; so hat man eben so viele Puncten einer krummen Linie, deren Ordinate die barometrischen Veränderungen jeder andern Polhöhen vorstellen.

§ 77. Da wir hier solche Oerter zusammen nehmen, die unter verschiedenen Mittagszirkeln der Erde liegen, so geschieht dieses aus Mangel mehrerer Observationen, und weil man annehmen kann, daß sich die Veränderungen nach den Polhöhen richten. Ist dieses nicht, so leyden die Schlüsse, die wir daraus ziehen werden, eine Veränderung, welche aber dem folgenden keinen Abbruch thun wird.

§ 78. Da das wahre Gesäß dieser krummen Linie noch unbekannt ist, so läßt sich dieselbe nicht genau bestimmen. Man sieht aber leicht, daß wenn die Veränderungen der Barometerhöhen schlechthin von der Breite des Ortes abhängen, die Zunahme derselben auf eine einförmige Art wachsen müsse. Daher muß die durch die Punkte D, F, G, H, I, E gehende Linie eine solche Wendung haben, die der Natur der Sache, und der Lage der gegebenen Puncten gemäß ist. So z. E. sieht man von selbst, daß sie in D mit der Aye AB parallel wird, und zwischen G und H einen Wendungspunct hat. Dieses erhellet daraus, weil die Ordinaten vor und nach den beyden Puncten langsamer zunehmen, und jenes läßt sich aus dem schließen, weil die Ordinaten auf beyden Seiten des Aequators wieder größer werden, und die Linie CHD in einem fortgeht. Da dieses ebenfalls bey den Polen Statt findet, so muß sie auch in C der Aye parallel werden. Nach diesen Sätzen habe ich dieselbe gezogen, wie sie die Figur vorstellt, und die Grade anf AB nebst den Linien auf BC mögen statt einer Tabelle dienen, die größten Veränderungen für andere Polhöhen zu finden.

§ 79. Die andere Art der barometrischen Veränderungen, die sich nach der Höhe des Ortes richtet, habe ich nur für zwey Länder finden können. Einmal für die peruvianischen Gebirge giebt sie D. Juan folgender maßen an:

Ort

Ort	Mittlere Höhe	Veränderung
Zu Klein Goave . . . . .	27" 11" 10 <sup>v</sup>	2 $\frac{1}{2}$
Guaiquil . . . . .	24 10 0	1 $\frac{1}{4}$
Quito . . . . .	20 0 6	1
Riobamba . . . . .	19 1 3	1 $\frac{1}{2}$
Alaufi . . . . .	21 1 3	1 $\frac{1}{3}$
Chusay . . . . .	17 10 0	$\frac{7}{8}$

Da aber diese Veränderungen sehr klein sind, und über dieß nach einer angenommenen Regel berechnet zu seyn scheinen, indem sich der dreißigste Theil einer Linie schwerlich observiren läßt; so werde ich mich dabey nicht lange aufhalten, sondern zu denen schreiten, die ich aus den schweizerischen Observationen habe herleiten können: wozu ich mich besonders derjenigen bedient, die Scheuchzer zu Zürich und auf dem Gotthard angestellt, und denen noch die beygefügt habe die in dem 3ten Bande der Actorum Helveticorum eingerückt sind.

§ 80. Da die größten Veränderungen eine Anzahl Observationen von vielen Jahren erfordern, so habe ich mich hiebey folgendes Mittels bedient. Aus denen, die Scheuchzer von 1720 bis 1733 zu Zürich angestellt hat, fand ich die mittlere Barometerhöhe zu Zürich 26" 6 $\frac{1}{2}$ ", und die größte Veränderung 18 $\frac{1}{2}$  Linien. Da er ferner N. 1728. das Barometer zu gleicher Zeit von den P. Capuciniern auf dem S. Gotthard observiren ließ, so verglich ich die merklichen Veränderungen, die an beyden Orten zu gleicher Zeit geschahen, und fand aus vielen, das Mittel genommen, daß die größte Veränderung auf dem Gotthard sich auf 12 Linien belief, und um  $\frac{1}{3}$  kleiner war als die zu Zürich.

§ 81. Zu Chur fand ich in einer Zeit von 5 $\frac{1}{2}$  Jahren, da ich selbst observirt, und von mehreren Jahren, die mir mitgetheilt worden,

## 108 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

daß die größte Veränderung  $17\frac{1}{4}$  Linien war. Die mittlere Höhe ist 26 Zoll.

§ 82. Die Observationen zu Chur, mit denen verglichen, die zu gleicher Zeit zu Basel und zu Ferriere im Erguel gehalten worden, gaben auf vorbemeldte Art, die mittlere Höhe zu Basel  $27'' 0\frac{1}{2}'''$ , zu Ferriere  $24'' 8\frac{1}{2}'''$ , die größten Veränderungen 20 Linien zu Basel, und 15 Linien zu Ferriere. Setzt man hierzu noch die mittlern Höhen und Veränderungen zu Paris und an der Fläche des Meeres, so ergiebt sich folgende Tabelle:

Ort	Mittlere Höhe	Größte Veränderung.
Am Meere . . . . .	28'' 0'''	28'''
Zu Paris . . . . .	27 8	24
Basel . . . . .	27 $0\frac{1}{2}$	20
Zürch . . . . .	26 $6\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$
Chur . . . . .	26 0	$17\frac{1}{4}$
La Ferriere . . . . .	24 $8\frac{1}{8}$	15
Auf dem Gotthard . . . . .	21 $7\frac{1}{2}$	12

§ 83. Da diese Observationen stufenweise auf einander folgen, so lassen sich daraus für das schweizerische Klima, und für diejenigen Orter, wo die mittlere Barometerhöhe nicht unter  $21\frac{1}{2}$  Zoll ist, die größten Veränderungen desselben durch den sogenannten Proportionaltheil bestimmen. Allein, wir müssen die Verhältniß zwischen beyden etwas deutlicher vor Augen stellen.

§ 84. Zu dem Ende habe ich die 28 Zoll Barometerhöhen auf die Linie CA getragen, (Fig. 6.) und selbige von oben herunter gezählt. Ferner trug ich die mittlern Barometerhöhen aus vorstehender Tabelle darauf, und richtete auf die dadurch gefundenen Puncten Ordinaten darauf, welche ich nach dem auf AB angenommenen

enen Maaße von 28 Linien, die Anzahl der Linien gab, so die größten Veränderungen sind, die den mittlern Höhen entsprechen. Hierdurch wurden eben so viele Puncten E, F, G, H, I, K, B einer krummen Linie gefunden, welche auf eine einförmige Art gezogen, und aus E bis in C sollte fortgesetzt werden.

§ 85. Ich sah aber leicht, daß sich dieselbe sehr schnelle in die Gerade zog, und daher nicht so konnte fortgesetzt werden, daß sie oben mit AC parallel oder AC eine Tangente derselben seyn konnte, wenn anders die Einförmigkeit der Krümmung sollte beybehalten werden. Die geringe Krümmung die sie noch in E hatte, mußte sich bis in C allmählich verlieren, doch so, daß es bey E am schnellsten geschah.

§ 86. Da hiebey wenig willkürliches bleibt, so zog ich dieselbe so, daß die Tangente CT, mit welcher sie oben zusammen läuft, in T zwischen die 13te und 14te Linie fiel. Die Figur stellt in Kleinem vor, was ich auf einer größern gethan, und das wenige Willkürliche, so dabey war, überlasse ich dem Urtheile des Lesers, bis man etwann auf höhern Bergen in der Schweiz noch andere Observationen anstellt. Aus diesen Bestimmungen, als die wegen der sehr gleichförmig abnehmenden Dichtigkeit der obern Luft, von der Wahrheit unmöglich viel abweichen können, werde ich nun folgende Betrachtungen herleiten.

§ 87. Erstlich ist aus Obigem offenbar, daß CEB eine gerade Linie seyn mußte, wenn Mariottens Gesetz durch die ganze Luftshöhe allein Statt fände. (§ 58.) Wenn wir nun CT für diese Linie ansehen, so folgt daraus, daß dieses Gesetz in der höhern Luft CM von der Wahrheit fast gar nicht abweicht, die Abweichung hingegen von M bis F noch ziemlich einförmig ist, hingegen von F bis in B sich sehr merklich ändert.

§ 88. So viel diese Aenderung beträgt, so viel muß man den Winden, der Wärme und vornehmlich den gröbern Dünsten zuschreiben, die bey der Erdofläche häufiger sind, und daher das Gewicht der untern Luft, darauf sie drücken, merklicher ändern. Diese Ursachen zusammen genommen, machen die Veränderungen des Barometers bey der Meeresfläche um das doppelte größer, als sie bey Mariottens Gesetze seyn könnte. Denn sie könnte nur  $AT$  seyn, da sie hingegen  $AB$  ist.

§ 89. Die Höhe  $M$ , wo die Veränderungen anfangen merklicher von Mariottens Regel abzuweichen, ist ungefehr die Hälfte von der mittlern Barometerhöhe in  $A$ , und wird sich daher nicht viel über eine deutsche Meile erstrecken. Da die Wolken selten diese Höhe erreichen, so ist leicht zu erachten, daß die Dünste an der Krümmung der Linie  $CMB$  unterhalb  $M$  einen merklichen Antheil haben. Man kann aus gleichem Grunde und aus häufigen Erfahrungen schließen, daß sich die Veränderungen der Wärme und Kälte, welche unten sehr groß sind, sich ebenfalls nicht viel höher als  $M$  erstrecken, oder wenigstens daselbst merklich geringer werden.

§ 90. Dessen unerachtet muß die obere Luft dennoch von diesen beyden Ursachen Veränderungen leyden. Dünste und Kälte drücken die Luft zwischen  $M$  und  $B$  herunter, und die, so über  $M$  ist, muß sich ebenfalls herunter senken. Das mariottische Gesetz wird dabey allein Statt haben, sobald man diese Voraussetzung annehmen darf.

§ 91. Ehe wir aber die fernern Folgen aus diesen Erfahrungen ziehen, müssen wir noch andere anbringen. Wir haben oben (§ 60. seqq.) gesehen, daß die mittlern Barometerhöhen auf den Bergen in verschiedenen Jahrszeiten ungleich seyn müssen, weil die  
Som-

Sommerwärme die Luft in die Höhe treibt, und daher das Gewicht der obern Luft vermehrt, ohne daß die Höhe des Barometers an der Meeresfläche dadurch merklich geändert wird. Da außer der Wärme die Dünste noch etwas dazu beytragen, so muß der Unterschied durch Erfahrungen bestimmt werden.

§ 92. Scheuchzer hat uns auch hierinn einen merkwürdigen Vorrath hinterlassen. Er ließ vom Augustmonat 1728 bis in den September 1731 täglich die Höhe des Barometers auf dem Gotthard bey den P. Capucinern beobachten, und eben dieses that er zu Zürich. Er zog die, so zu gleicher Zeit gemacht worden, von einander ab, um den Unterschied der Barometerhöhen an beyden Orten zu finden. Da sich dieser Unterschied von Tag zu Tag änderte, so theilte er denselben von halben zu halben Linien in Classen ein, und zählte ab, wie vielmal ein Jeder in jedem Monate vorgekommen. Dieses brachte er in eine Tabelle, und ließ sie in Kupfer stechen, um sie unter seine Freunde auszutheilen. Sie wurde seiner Wetterbeschreibung Anno 1731. oder *Calum triste ad Calendas Julias* angehenkt.

§ 93. So z. E. N. 1728. im October kam  
der Unterschied

4" 7½"	1 mal
4 8½	2
4 9	3
4 9½	1
4 10	5
4 10½	3
4 11	11
4 11½	7
4 12	6

## 112 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

5	$0\frac{1}{2}$	5
5	1	6
5	$1\frac{1}{2}$	1
5	3	1
5	$3\frac{1}{2}$	1

vor. Der Herr Prof. Daniel Bernoulli hat aus dieser Scheuchzerischen Tabelle bereits in dem 2ten Bande der Actorum Helveticorum merkwürdige Folgen gezogen, welche man daselbsten nachlesen kann.

§ 94. Von den Barometerhöhen auf dem Gotttharde selbst habe ich nur die Monate Sept. Oct. Nov. Dec. von 1728. bekommen können, welche mir nebst der vorgemeldten Tafel von Herrn Prof. und Chorherr Gesner zu Zürich nebst andern scheuchzerischen Observationen mitgetheilt worden. Aus Vergleichung dieser Monate mit eben denselben in der Tabelle, habe ich finden können, daß die äußersten Abänderungen dieser Unterschiede merklich näher hätten können zusammen gezogen werden, wenn Scheuchzer die Observationen, so nicht in gleicher Stunde des Tages an beyden Orten gemacht worden, entweder weggelassen, oder durch eine hiebey zulässige Vergleichung mit mehrerer Beurtheilung vereinigt hätte. Da diese Abweichungen aber in Absicht auf den Gebrauch, den wir davon machen werden, nichts ändern, so werde ich die Verbesserung, die ich ohnedas nicht für alle drey Jahre machen könnte, hier ganz weglassen, und zum Gebrauche schreiten.

§ 95. Ich habe demnach für jeden Monat, einen jeden Unterschied mit derjenigen Zahl multiplicirt, welche angab, wie vielmal derselbe vorgekommen, und die Producte zusammen addirt. Die Summe theilte ich durch die gesammte Anzahl aller Observationen, so in dem Monate waren angezeichnet worden, und hiedurch fand ich das Mittel zwischen allen Unterschieden. Man sieht leicht, daß dieses

## Von Barometerhöhen und Veränderungen. 113

dieses eben so viel ist, als wenn man die wirklichen Barometerhöhen an jedem Orte zusammen addirt, das Mittel davon genommen, und die gefundenen mittlern Höhen von einander abgezogen hätte, um den mittlern Unterschied zu nehmen.

§ 96. Diesen Unterschied der mittlern Barometerhöhen stellet nun für jeden Monat vorerwähnter drey Jahre folgende Tabelle vor:

	1728	1729	1730	1731	das Mittel
Jenner		" "	" "	" "	" "
Hornung		5 1 $\frac{2}{3}$	5 0 $\frac{7}{12}$	5 1 $\frac{1}{5}$	5 1 $\frac{1}{6}$
März		5 0 $\frac{1}{2}$	5 0 $\frac{5}{6}$	5 0 $\frac{1}{4}$	5 0 $\frac{1}{2}$
April		5 0 $\frac{1}{3}$	4 10 $\frac{9}{14}$	5 0 $\frac{1}{5}$	4 11 $\frac{1}{5}$
May		4 11 $\frac{1}{4}$	4 10 $\frac{4}{5}$	4 11	4 11
Brachm.		4 10 $\frac{3}{4}$	4 8 $\frac{9}{10}$	4 8 $\frac{3}{4}$	4 9 $\frac{1}{2}$
Heum.		4 8 $\frac{5}{8}$	4 9 $\frac{2}{13}$	4 8 $\frac{1}{5}$	4 8 $\frac{7}{12}$
August		4 8 $\frac{1}{4}$	4 7 $\frac{11}{12}$	4 7 $\frac{2}{7}$	4 7 $\frac{1}{2}$
Herbstm.	" "	4 8 $\frac{1}{8}$	4 6 $\frac{3}{4}$	4 8 $\frac{1}{24}$	4 7 $\frac{2}{3}$
Weinm.	4 10	4 8 $\frac{1}{5}$	4 8 $\frac{1}{10}$		4 8 $\frac{4}{5}$
Winterm.	4 11 $\frac{1}{3}$	4 8 $\frac{2}{3}$	4 9 $\frac{3}{4}$		4 9 $\frac{1}{12}$
Christm.	4 11 $\frac{2}{3}$	4 10 $\frac{7}{8}$	4 11 $\frac{1}{20}$		4 10 $\frac{1}{4}$
	4 11 $\frac{8}{9}$	4 11 $\frac{1}{2}$	5 0 $\frac{1}{4}$		5 0

§ 97. Aus der letzten Columne, welche das Mittel von den drey Jahren enthält, sieht man, daß der Unterschied zwischen den mittlern Barometerhöhen vom Jenner bis in den Heumonath auf eine sehr einförmige Art abnimmt, hingegen auf eine eben so ordentliche Art vom Heumonath bis zum Jenner wiederum wächst. Die Veränderung ist im Frühling und Herbst am größten, hingegen im Sommer und Winter geringer. In allem belauft sie sich auf 5 $\frac{1}{2}$  Linien, und um so viel ist der Unterschied der mittlern Höhe zu Zürich und auf dem Gotthard im Jenner größer, als im Heumonath.

§ 98. Um aber diese Veränderung und ihre kleinere Abweichungen augenscheinlicher vorzustellen, habe ich auf die Linie MS (Fig. 7.) die Monate getragen, und nach der in SB angebrachten Scale die Ordinaten aufgerichtet, welche den mittlern Unterschied der Barometerhöhen, von 4" 7''' an gerechnet, vorstellen. Durch die äußersten Puncten dieser Ordinaten ist eine punctirte Linie gezogen, und neben derselben eine andere, welche etwas einformiger gekrümmt ist. Die punctirte stellt die wirklich observirten Unterschiede vor, und weicht von der andern in den Monaten Februar März und May am stärksten ab. Vermuthlich ist diese Abweichung theils der geringern Anzahl von Jahren, vornehmlich aber der kältern und wärmern Tage zuzuschreiben, die man in der Schweiz in diesen Monaten und besonders im Hornung und Märzen hat. Denn man sieht aus der ganzen Figur, daß diese Veränderung in dem Unterschiede der Barometerhöhen sich nach der Wärme richtet.

§ 99. Aus barometrischen Observationen von 18 Jahren, die zu Petersburg, und folglich an der Meeresfläche sind gemacht worden, habe ich in den Actis Helveticis gezeigt, daß die mittleren Höhen des Barometers daselbst alle Monate des Jahres gleich sind. Da sich nun zwischen Zürich und dem Gotthard ein Unterschied von  $5\frac{1}{2}$  Linien zeigt, so ist leicht zu erachten, daß auch zwischen Zürich und dem Meere ein Unterschied seyn müsse. Aus der oben gegebenen Regel (§ 62.) läßt sich ziemlich genau bestimmen, wie groß dieser Unterschied sey. Denn er nimmt beynahe zu wie das Product aus der Höhe des Ortes über dem Meer und der Barometerhöhe. Nun ist die Barometerhöhe zu Zürich 26" 62''', auf dem Gotthard 21" 72''', die Höhe von Zürich über dem Meer 220 Toisen, von dem Gotthard 1100 Toisen, ferner der Unterschied zwischen Zürich und dem Gotthard  $5\frac{1}{2}$  Linien. Man setze nun den Unterschied zwischen Zürich und dem Meere =  $x'''$ , so ist der Unters-

schied

schied zwischen dem Meere und dem Gotthard =  $x + 5\frac{1}{2}$  Linie.  
 Folglich:

$$(21'' 7\frac{1}{2}''') \cdot 1100 : (26'' 62''') \cdot 220 = (x + 5\frac{1}{2}) : x$$

folglich

$$x = 1\frac{3}{4} \text{ Linien.}$$

Und um so viel soll also die mittlere Höhe zu Zürich im Sommer größer seyn als im Winter. Sie wäre also

$$\begin{aligned} \text{im Sommer} &= 26'' 7\frac{3}{8}''' \\ \text{im Winter} &= 26'' 5\frac{5}{8}''' \end{aligned}$$

§ 100. Auf dem Gotthard beträgt der ganze Unterschied  $5\frac{1}{2} + x = 7\frac{1}{4}$  Linien. Daher die mittlere Barometerhöhe daselbst

$$\begin{aligned} \text{im Sommer} &= 21'' 11\frac{1}{8}''' \\ \text{im Winter} &= 21'' 3\frac{7}{8}''' \end{aligned}$$

§ 101. Dieses würde aus Scheuchzers Erfahrungen folgen, wenn dieselbigen so richtig wären, als es zu Bestimmung so kleiner Unterschiede nöthig ist. Es wäre zu wünschen, daß er statt der Unterschiede die Barometerhöhen auf dem Gottharde selbst bekannt gemacht hätte, so würde sich leichter sehen lassen, in wie ferne diese Veränderung von  $7\frac{1}{4}$  Linien zuträfe, weil sie mit keinen andern Erfahrungen übereinkömmt, und wenigstens um die Hälfte kleiner ange setzt werden muß.

§ 102. Um diesen Zweifel in sein gehbriges Licht zu setzen, wollen wir bey Scheuchzers Observationen, die er zu Zürich dreyzehn Jahre lang gemacht hat, anfangen. Da ich dieselbigen aus seinem Manuscripte abgeschrieben, und die mittlern Höhen für jeden Monat daraus gezogen, auf eben die Art, wie ich es mit den Petersburgischen gethan, so fand ich dieselben, wie folgt:

## 116 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

Jenner	" 26''' 8,00	Heumonat	" 26''' 5,76.
Horning	26 6,90	August	26 6,21.
März	26 6,58	Herbstm.	26 6,60.
April	26 5,75	Weinm.	26 6,62.
May	26 5,83	Winterm.	26 6,64.
Brachm.	26 6,20	Christm.	26 6,96.

Folglich wäre die mittlere Höhe im Jenner um  $2\frac{1}{4}$  Linie größer als im Heumonat, da sie doch hätte um  $1\frac{3}{4}$  Linie kleiner seyn sollen, (S 99.) Diese zwei Erfahrungen gehen also um 4 Linien von einander ab. Man kann ohne Bedenken den Fehler dem Barometer zuschreiben. Wenn oben etwas Luft darinn geblieben, so ist dieses zureichend, denselben hervor zu bringen. Das Quecksilber muß dabey im Winter höher stehen, weil sich die Luft mehr zusammen zieht.

§ 103. Wie das Barometer, welches Scheuchzer auf dem Gottharde gelassen, beschaffen gewesen, läßt sich nicht leicht beurtheilen, weil er die wirklichen Barometerhöhen nicht angegeben. Aus den vier Monaten die ich davon habe, läßt sich schließen, daß es sich mühsamer veränderte, weil es fast alle Veränderungen auf dem Gottharde um einen Tag später anzeigte, als das zu Zürich. Man kann zwar einen Theil der Ursache der leichtern Luft auf dem Gottharde zuschreiben, weil sie sich länger aufhäufen muß, bis das Uebergewicht vermögend ist, das Anreiben des Quecksilbers an der Röhre zu überwinden: allein es scheint zugleich, daß diese Friction eben nicht die kleinste müsse gewesen seyn. Ueber dieß wechselt Wärme und Kälte daselbst das Jahr durch weniger ab, weil der Ort sehr hoch ist, und auch in den Hundstagen den Schnee in der Nähe hat. Es ist also sehr vermuthlich, daß, wenn auch oben etwas Luft in dem Barometer gewesen, der Fehler davon viel geringer sey, als in dem;  
so

so Scheuchzer zu Zürich hatte. Hieraus folgt aber, daß die vorhin angeführten Unterschiede der mittlern Barometerhöhen (§ 96.) um zwei oder drey Linien müssen vermindert werden. Wäre das Barometer auf dem Gotthard vollkommen gut gewesen, so müßte man die Abänderungen der Unterschiede um 4 Linien geringer machen, weil wir gesehen, daß das Barometer zu Zürich um so viel fehlte (§ 102.)

§ 104. Doch wir können den Mangel der Observationen auf dem Gotthard, welche Scheuchzer nicht hatte drucken lassen, auf eine andere Art ersetzen. Aus der Tafel (§ 96.) haben wir den Unterschied der mittlern Höhen. Die mittlere Höhen zu Zürich für eben diese Monate werde ich nun aus seinem Manuscripte hersehen. Sie sind aber, aus allen das arithmetische Mittel genommen,

	1728	1729	1730	1731
Jan.		319, 16	321, 79	320, 16
Febr.		319, 27	318, 57	318, 19
März		319, 66	315, 15	320, 29
April.		317, 00	317, 40	316, 93
May.		317, 09	316, 71	316, 13
Jun.		316, 52	316, 70	317, 67
Jul.		315, 45	316, 81	315, 77
Aug.		316, 45	316, 27	316, 16
Sept.	317, 03	315, 87	317, 20	
Oct.	316, 82	317, 32	317, 92	
Nov.	318, 99	317, 53	318, 67	
Dec.	316, 61	317, 91	320, 26	

§ 105. Zieht man nun von diesen Zahlen, welche die mittlern Barometerhöhen zu Zürich in Pariser Linien sind, die Zahlen der vorigen Tafel (§ 96.), auch in Linien und ihre Decimaltheile verwandelt, ab, so bleiben die mittlern Höhen auf dem Gotthard, wie wir sie in folgender Tabelle vorstellen.

# 118 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

	1728	1729	1730	1731	Das Mittel
Jan.		257, 50	261, 21	258, 96	259, 22
Febr.		258, 77	257, 74	257, 94	258, 15
Mart.		259, 33	256, 51	260, 09	258, 64
April.		257, 75	258, 60	257, 93	258, 09
May		258, 34	259, 81	259, 38	259, 18
Jun.		259, 89	259, 55	261, 61	260, 35
Jul.		259, 95	260, 89	260, 49	260, 55
Aug.		260, 79	261, 52	260, 12	260, 81
Sept.	257, 03	259, 67	261, 10		259, 27
Oct.	257, 49	260, 66	260, 17		259, 44
Nov.	259, 38	256, 66	259, 62		258, 55
Dec.	256, 71	258, 71	259, 36		258, 26

§ 106. Aus der letzten Columne, welche das Mittel aus den drey Jahren ist, sieht man, daß die Abänderungen der mittlern Barometerhöhen auf dem Gottharde lange nicht so groß sind, als wir sie vorhin aus dem Unterschiede der Höhen von Zürich und dem Gotthard geschlossen haben. (§ 100.) Hier ist die kleinste im Hor-  
nung = 258, 15 Linien, die größte im August = 260, 81, und daher der Unterschied =  $2\frac{2}{3}$  Linien, da er hingegen nach der obigen Rechnung  $7\frac{1}{4}$  L. war. Beyde hätten sollen überein treffen, wenn die Barometer gut gewesen wären. Wir haben schon gezeigt, daß das Zürcherische von Winter zu Sommer um 4 Linien fehlte, (§ 102) und hingegen das auf dem Gottharde aus gedoppeltem Grunde weniger fehlen müsse. (§ 103.) Daher wird sich die jährliche Veränderung der mittlern Höhe auf dem Gottharde nicht leicht über 3 Linien erstrecken.

§ 107. Wenn man die größten Veränderungen des Barometers aus Observationen von vielen Jahren für jeden Monat besonders heraus nimmt, so sind sie unter sich wiederum sehr verschieden. Die kleinsten fallen in die Sommermonate, und die größten in den  
Win

Winter. Diese sind doppelt größer als jene, und überhaupt sind die größten Veränderungen eines jeden Monats doppelt so groß als diejenigen, welche heraus kommen, wenn man aus vielen Jahren das Mittel nimmt. Dieses sind Folgsätze, die ich in den Actis Helveticis aus den 18 jährigen petersburgischen Observationen gezogen. Sie weichen kaum in decimalen Theilen einer Linie von dem ab, was die Observationen geben. Die monatliche Zunahme dieser Veränderungen habe ich daselbst auf folgende Art bestimmt. Man theile die größte Veränderung des Barometers, welche in den Jenner fällt, wenn man viele Jahre zusammen nimmt, in 100 gleiche Theile, so sind die größten Veränderungen jeder Monathe folgende:

Jan. . . . .	100	Jul. . . . .	48
Febr. . . . .	95	Aug. . . . .	56
Mart. . . . .	85	Sept. . . . .	74
April . . . . .	73	Oct. . . . .	89
May . . . . .	61	Nov. . . . .	96
Jun. . . . .	52	Dec. . . . .	99.

In eben dieser Verhältniß wachsen auch die mittlern Veränderungen jeder Monathe, aus vielen Jahren zusammen genommen. Daß aber diese Regel nicht nur für Petersburg, sondern auch für andere Orter diene, habe ich aus Scheuchzers Observationen von 13 Jahren, und aus Doppelmayers von 11 Jahren auf eben die Art gefunden, nur mit diesem Unterschiede, daß bey beyden die geringere Anzahl von Jahren, und bey Scheuchzers seinen die Unrichtigkeit des Barometers einige kleine Abweichungen machen. Die mittlere Veränderungen waren:

	Zu Zürich.	Zu Nürnberg.
Jan. . . . .	8, 87	12, 1
Febr. . . . .	9, 52	10, 2

Merz

März . . . . .	7, 66 . . . . .	10, 6
April . . . . .	7, 61 . . . . .	9, 7
May . . . . .	6, 62 . . . . .	8, 7
Jun. . . . .	5, 12 . . . . .	5, 3
Jul. . . . .	4, 98 . . . . .	5, 6
Aug. . . . .	4, 12 . . . . .	6, 6
Sept. . . . .	6, 29 . . . . .	6, 5
Oct. . . . .	8, 04 . . . . .	9, 0
Nov. . . . .	8, 99 . . . . .	9, 7
Dec. . . . .	11, 31 . . . . .	11, 4

§ 108. Da die mittlere Höhe an dem Meere durch alle Monate beständig ist (§ 99.), und die Veränderungen der Wärme dieselbe nicht ändert (§ 79.); so folgt daraus, daß die Veränderungen des Barometers der Aufhäufung der Luft und Dünste allein zugeschrieben werden müssen. Die reine Luft dehnt sich nothwendig durch die ganze Lufthöhe aus, weil sie elastisch ist. Daher muß in dieser Absicht das Barometer in jeder Höhe des Ortes auf eine proportionale Art steigen, und in so ferne würde das mariottische Gesetz noch immer statt haben, und CMB (Fig. 6.) eine gerade Linie bleiben: (§ 58.) da sie es aber nicht ist, und sich besonders bey der Erdoberfläche sehr merklich krümmt; so muß ein großer Theil der Veränderungen des Barometers in A von den Dünsten herrühren.

§ 109. Da sich aber diese nicht über M erheben, (§ 89.) so wird dadurch die untere Luft zusammen gedrückt, und die obere zieht sich herunter.

§ 110. Ferner ereignen sich die größten Veränderungen des Barometers in den Wintermonaten (§ 107.); wo folglich die Wärme bey der Erdoberfläche geringer, und von der Kälte der höhern Luft weniger

ger verschieden ist. Daher können die Veränderungen des Barometers an den höhern Orten nicht merklich von der Wärme her rühren, wie es geschehen würde, wenn die Wärme der Erde größer wäre.

§ 111. Die größten und kleinsten Barometerhöhen treffen an höhern und niedrigen Orten selten oder niemals auf gleiche Zeit ein. Der Grund dieses Satzes liegt in den verschiedenen Ursachen, welche die Barometerhöhen ändern können, und welche nicht wohl so zusammen treffen, daß das Gegentheil des Satzes Statt hätte. Man setze, das Barometer stehe in M am tiefsten, so ist aus obigem klar, daß sich an den niedrigeren Orten oder unterhalb M Dünste und Kälte häufen müssen, weil beyde die obere Luft herunter senken. Sodann muß bey gleicher Masse von reiner Luft diese Aufhäufung der Dünste und Kälte am größten seyn. Ist dieses aber, so kann das Barometer in A nicht am tiefsten stehen; weil dieses zum voraus setzen würde, daß die Luft in A am wenigsten gedrückt würde. Man sieht aus gleichem Grunde, daß wenn das Barometer in A am höchsten ist, es oben in M nicht am höchsten seyn könne.

§ 112. Ist hingegen das Barometer in A am höchsten, so hat die Masse der Luft und Dünste über A am meisten zugenommen. Die Zunahme an reiner Luft macht zwar das Barometer in M steigen, allein die Dünste drücken die untere Luft zusammen, und hindern folglich, daß das Barometer in M nicht so hoch steigt, als es ohne die Dünste steigen würde. Es wird zwar höher stehen, wenn sich in A die Wärme vermehrt, allein die Erfahrung zeigt, daß bey zunehmender Wärme die Barometerhöhen nicht die größten sind. (§ 107.)

§ 113. Diese wunderbare Vermischung der Ursachen, die eine der andern Schranken setzen, bestimmt allerdings die oben aus den Erfahrungen hergeleiteten Veränderungen des Barometers nach Maaße der geographischen Breite und der Höhe des Ortes, und der Jahreszeit. Sie werden überhaupt mit zunehmender Wärme und mit der Höhe des Ortes kleiner. Es scheint daß sich die Aufhäufung der Dünste schlechterdings nach der Dichtigkeit der Luft richtet, weil die Luft desto mehrere Dünste tragen kann, je dichter sie ist. Die Dichtigkeit wird aber durch die Wärme eben so wohl als wegen der Höhe des Ortes kleiner. Man weiß, daß die Luft desto mehr damit angefüllt ist, je näher man gegen die Pole kommt, wo so wohl die Kälte als auch ihre Abänderungen größer sind. Die Ausdünstung des Wassers richtet sich nach den Abwechslungen der Kälte und Wärme, und ist daher gegen die Pole stärker. Wegen der Kälte ist die Luft dichter, und kann folglich mehrere Dünste tragen. Beydes muß die Veränderungen des Barometers unter den Polen größer machen. (§ 75. seqq.) Wir haben aber bereits gesehen, daß die Dünste die vornehmste Ursache der barometrischen Veränderungen sind.

§ 114. Da oberhalb M, wo die Atmosphäre nur noch die Hälfte von ihrem Gewichte hat, das mariottische Gesetz anfängt allein Statt zu haben, (§ 87.) so haben wir schon oben daraus geschlossen, daß sich die gröbern Dünste nicht bis dahin erheben. In gleichen Umständen fallen sie auch in der Luftpumpe zu Boden. Die Dichtigkeit der Luft muß also einen gewissen Grad haben, wenn sie anfangen soll, die Dünste zu halten: und je mehr sie über diesen Grad dichter ist, desto mehrere und schwerere Dünste kann sie tragen. Diese sind also durch die Luft so ausgeheilt, daß ihre Dichtigkeit in jeder Höhe eine Function der Dichtigkeit der Luft ist.

§ 115. Man kann nicht sehen, daß die Luft mit so vielen Dünsten angefüllt sey, als sie tragen kann, weil die Veränderungen der Schwere der Luft gegen den Aequator sehr merklich abnehmen, und gegen die Pole sehr groß sind. Indessen so lange keine entgegenwirkende Ursache die Dünste wieder herunterfallen macht, kann man sehen, daß sich ihre Masse diesem Maximo beständig, und zwar desto geschwinder nähert, je größer die Abwechslungen der Wärme und Kälte sind. Ich habe ein Gefäßgen mit Wasser auf eine der Schnellwagen gelegt, die ich in den Actis Helveticis beschrieben, und dabey ein Thermometer aufgehängt. Das Gefäß ließ ich unverrückt auf der Wage, bis es ganz ausgedünstet hatte. Die Wage zeigte jeden Gran an, um welchen das Wasser am Gewichte abgenommen. Die Abnahme war am stärksten, wenn das Thermometer fiel, und am schwächsten, wenn es sich nicht viel veränderte. Bey dem Fall des Thermometers dünstete das Wasser doppelt stärker aus als bey dem Steigen. Hieraus folgerte ich, daß sich die Aufhäufung der Dünste in der Luft viel merklicher nach den Abwechslungen als nach den wirklichen Graden der Wärme und Kälte richtet. Es lassen sich hieraus die häufigern Nebel im Herbst erklären, wodurch die Schwere der Luft zugleich anfängt, sich stärker zu verändern. (§ 107.) Die dichtere Luft kann die Dünste länger halten, und auch mehrere tragen. Daher fallen sie im Winter in größerer Menge, im Sommer aber öfters zu Boden.

§ 116. Aus Mangel der Theorie und mehrerer Erfahrungen werde ich folgende Sätze weder für allgemein noch für zureichend richtig ausgeben, und setze sie nur deswegen her, weil sie verdienen genauer untersucht, und durch mehrere Erfahrungen bestimmt zu werden. Damit sie aber nicht blos willkürlich scheinen, werde ich zeigen, in wie ferne sie mit den obigen Erfahrungen zusammen hängen, und wo der Zusammenhang anfängt, unvollständiger zu werden.

§ 117. Erstlich haben wir oben gewiesen, daß wenn Mariottes Gesetz allein statt fände, die Linie CMB eine gerade Linie seyn müßte, und daß sie von C bis in M in der That von ihrer Tangente CT nicht merklich abweicht. (§ 87.) Mariotte setzt die Wärme seye durch AC beständig, & die Luft rein, oder wenigstens so mit Dünsten beschwehrt, daß ihre Dichtigkeit in jeden Höhen der Dichtigkeit der Luft proportional seye. Diese letzte Voraussetzung mag in Absicht auf die feinem Dünste, die sich bis in C erheben können, noch angehen, besonders wenn man annimmt, die Luft sey ein vollkommen aufgelöstes Wasser. (§ 35.) Allein die gröbern und schwerern Dienste müssen in der untern Luft nothwendig eine merkliche Ausnahme machen, weil die Linie CMB daselbst so stark von der Tangente CT abweicht. Die Wärme ändert die unterste Ordinate AB nur in so ferne sie die Masse der Dünste ändert, weil sie die Luft nur ausdehnt und in die Höhe treibt, ihr Gewicht aber nicht vermehrt noch vermindert. Die übrigen Ordinaten mögen dadurch in etwas geändert werden: wir haben aber schon gesehen, daß der Unterschied von Sommer zu Winter auf dem Gotthärde höchstens 3 Linien seyn könne, (§ 106.) um welche die mittlere Höhe daselbst verändert wird.

§ 118. Wenn wir demnach jede Ordinate DE in zween Theile zerfallen, und den ersten DN dem mariottischen Gesetze, den andern NE aber den gröbern Dünsten zuschreiben, so wird die gänzliche Veränderung des Barometers in D, welche DN ist, so getheilt, daß DN die Zunahme des Gewichtes ist, so von der Aufhäufung der reinen Luft herkommt, NE ist die Zunahme, die von der abwechselnden Last der Dünste herrührt.

§ 119. Da die reine Luft sich wegen ihrer Federkraft durch die ganze Lufthöhe austheilt, die Dünste aber in der untern Luft häu-  
ger

ger hängen bleiben, so muß, von oben herunter gerechnet, die Ab-  
 scisse DN sehr einbüßig und langsam, NE aber desto schneller und  
 ungleich zunehmen. Aus der Art wie wir die Figur aus den Er-  
 fahrungen entworfen haben, (§ 48. seqq.) erhellet, daß an der Meeres-  
 fläche AT ungefehr die Hälfte von TB ist, und folglich sich eben  
 so viel reine Luft als Dünste über dem Meere aufhäufen. Verän-  
 dert sich also das Barometer am Meere um 28 Linien, so gebühren  
 14 davon der reinen Luft, und die übrigen 14 den Dünsten. In  
 größern Höhen hört diese Gleichheit merklich auf. Z. E. Auf dem  
 Gotthard D ist die Veränderung 12 Linien. Davon gebührt den  
 Dünsten nur  $1\frac{1}{2}$  Linien, nämlich NE, und die übrigen  $10\frac{1}{2}$  Linien  
 gebühren der reinen Luft DN.

§ 120. Ob sich nun mit den Dünsten gleich viel reine Luft aus  
 der Erde und aus dem Wasser in die Höhe ziehe, oder ob nach  
 dem Satze, daß die reine Luft ein völlig aufgelöstes Wasser sey,  
 und die Luft selbst wieder zu Wasser werden könne, (§ 35.) die  
 Hälfte der aufsteigenden Dünste sich in reine Luft verwandele, ist  
 eine Frage, zu deren Auflösung noch Theorie und Erfahrung fehlt.  
 Im ersten Fall müßte in jedem Thau- und Regentropfen eben so  
 viel Luft wieder herunter fallen, als mit den Dünsten, aus welchen  
 er besteht, in die Höhe gestiegen, und die Hälfte des Gewichtes  
 vom Wasser müßte Luft seyn. Es ist klar, daß man eben so gut  
 annehmen würde, das ganze Gewicht des Wassers sey Luft, und  
 dadurch verfällt man auf den andern Satz. So viel ist gewiß,  
 daß mit jedem Dunstbläsigen Luft aus dem Wasser geht, und wenn  
 ein Gefäß mit Wasser aufstrocknet, so ist bis auf den letzten Tro-  
 pfen noch immer Luft darinn gewesen. Man kann nicht wohl an-  
 nehmen, daß sich immer wieder neue Luft hineingezogen habe. Ver-  
 suche unter der Luftpumpe zeigen, daß sich aus dem Wasser immer  
 wieder neue Luft heraus zieht, ungeacht es mit dem Aufstrocknen

länger zugeht. Ueber dieß wird es schwer seyn zu bestimmen, warum Dünste und Luft in gleicher Masse und Gewicht in die Höhe steigen, und wieder herunter fallen.

§ 121. Die Masse und Dichtigkeit der Dünste sind eine Function von der Dichtigkeit der Luft. Diese läßt sich auf eine gedoppelte Art ausdrücken. Einmal bey gleicher Wärme ist sie in Verhältniß der aufliegenden Last. (§ 47.) Da sich die größten Veränderungen des Barometers in dem schweizerischen Clima im Jenner eräugnen, (§ 107.) wo die Wärme durch die Luftöhe am wenigsten verschieden ist, so können wir die sechste Figur zu einer Scale der Dichtigkeit und größten Veränderungen der Luft machen. Denn CD stellet das mittlere Gewicht der Luft, und folglich bey der Winterkälte ihre Dichtigkeit, DN die Abänderung der reinen Luft und NE die Abänderung der Dünste vor.

§ 122. Die Abänderung der Dünste, ist wie ihre Dichtigkeit, eine Function von der Dichtigkeit der Luft, und folglich bey gleicher Wärme von der mittlern Barometeröhe. Hingegen hängt die Abänderung der reinen Luft DN von der Barometeröhe in A, von ihrem Unterschiede in D, und von den Dünsten TB ab. Denn in A ist sie der Aenderung der Dünste gleich, und in D nimmt sie in Verhältniß der Barometerhöhen CA : CD ab.

§ 123. Die andere Art die Dichtigkeit der Luft auszumessen, ist allgemeiner, weil sie sich zugleich nach dem Unterschiede der Wärme, nach dem verschiedenen Drucke der obern Luft, und nach der Summe von reiner Luft und Dünsten richtet. Sie ist in umgekehrter Verhältniß der Höhe, durch die man steigen muß, biß das Barometer um einen bestimmten Theil, z. E. um eine Linie fällt. Und überhaupt findet man die mittlere Dichtigkeit, wenn man den  
Fall

Fall des Barometers durch die Höhe dividirt, durch welche man gestiegen. Ist diese Höhe beständig, so ändert sich diese mittlere Dichtigkeit in eben der Verhältniß, in welcher sich der Unterschied der Barometerhöhen am obern und untern Orte ändert. Diese zwei Arten, die Dichtigkeit zu messen habe ich nun mit den größten Veränderungen des Barometers am Meere auf folgende Art vergleichen können. Es wäre zu wünschen, daß mehrere Erfahrungen da wären, um zu sehen, ob sie allgemein ist, oder ob es hier nur zufälliger Weise eintrifft.

§ 124. In dem schweizerischen Clima muß man des Winters an der Fläche des Meeres ungeräth 70 Fuß steigen, bis das Barometer eine Linie fällt. Hingegen in Peru unter dem Aequator gebraucht es bey 90 Fuß. Die Dichtigkeit der Luft ist also daselbst um ein Merkliches geringer, als in dem schweizerischen Clima, und die Verhältniß ist wie 9 zu 7. Ist also die Dichtigkeit in der Schweiz  $AC = 28$  Zoll, so ist sie unter dem Aequator nur  $= 28.7 : 9 = 21\frac{1}{2}$  Zoll. Folglich bey nahe  $AD$ . Dieser Dichtigkeit entspricht die Veränderung der Dünste  $NE = 1\frac{1}{2}$  Linien. Und um so viel mögen unter dem Aequator an der Fläche der Südsee die Dünste die Höhe des Barometers verändern. An dem Meere kommt noch eben so viel reine Luft hinzu. Daher wird sich die ganze Veränderung auf 3 Linien belaufen, und so groß hat man sie auch daselbst gefunden.

§ 125. Man sieht leicht daß sich diese Berechnung auf folgende Sätze gründet. Einmal nehmen wir an, die Veränderung, so die Dünste im Barometer verursachen, seyn schlechthin eine Function von der Dichtigkeit der Luft. Diese Dichtigkeit werde bey gleicher Wärme oder vielmehr bey der Winterkälte durch  $CD$  vorgestellt, und  $EN$  sey die entsprechende Veränderung. Sodann setzen wir,  
daß,

daß, wenn diese Veränderung an dem Meere geschieht, dieselbe derjenigen gleich sey, welche von der Aufhäufung der reinen Luft herkömmt, und folglich, daß die ganze Veränderung doppelt so groß seyn müsse, als NE, welche den Dünsten allein gebührt. Ich habe zum voraus erinnert, daß sich diese Sätze noch nicht zureichend noch allgemein erweisen lassen. Man sieht aber leicht, daß sie verdienen durch mehrere und sehr genaue Erfahrungen geprüft zu werden. Da ich von diesen Erfahrungen nur eine einige noch habe, so werde ich damit die Untersuchung anstellen.

§ 126. Unter den mittlern Höhen des Barometers auf dem Gottharde ist. (§ 106.)

die kleinste im Winter = 258,15 Linien,

die größte im Sommer = 260,81 Linien.

Da nun die mittlere Höhe an der Meeresfläche durch alle Monate beständig = 336 Linien ist, (§ 99.) so ist der Unterschied auf dem Gotthard:

im Winter =  $336 - 258,15 = 77,85$

im Sommer =  $336 - 260,81 = 75,19$ .

Nach diesen Zahlen ändert sich die mittlere Dichtigkeit der Luft vom Winter zum Sommer. (§ 123.)

§ 127. Ist also die Dichtigkeit im Winter = 28 Zoll = AC, so ist sie im Sommer =  $28 \cdot \frac{75,19}{77,85} = 27 \frac{1}{2}$  = AP, folglich die Veränderung so den Dünsten zukömmt = AT. Wird QJ auf der Scale AB gemessen, so beträgt sie 7 Linien. Das gedoppelte davon 14 Linien ist die Veränderung des Barometers im Sommer an der Meeresfläche, und folglich nur die Hälfte von der Veränderung desselben im Winter: Und dieses soll auch seyn. (§ 107.) Sie würde noch genauer zutreffen, wenn wir anstatt des Unterschiedes

des zwischen den Barometerhöhen 258,15 und 260,81, welcher hier 2, 66 Linien ist, 3 ganze Linien angenommen hätten, (§ 106.)

§ 128. Wenn wir diesen Unterschied durch alle Monate so verkleinern, wie es die Ordinaten der krummen Linie EC erfordern, (Fig. 7.) so lassen sich die größten Veränderungen für jede Monate bestimmen. Man sieht aber leicht ein, daß, weil in der 6ten Figur die Linie AP in gleicher Verhältniß muß getheilt werden, und der Abschnitt IB sich nicht stark krümmt, die größten Veränderungen jeder Monate beynahе wie die Ordinaten der Linie EC zu- und abnehmen werden, welches von der Tabelle, so wir oben gegeben haben, (§ 107.) nicht viel abweicht. Uebrigens da die Linie EC nur aus drey Jahren hergeleitet ist, (§ 98.) so ist sie nicht genau genug, um die Verhältniß richtig zu bestimmen.

§ 129. Die mittlere Veränderung der Dichtigkeit der Luft zwischen dem Meere und der Höhe des Gotthards ist von Winter zu Sommer wie 78 zu 75 (§ 126.), und folglich wie 26 zu 25. Sie scheint also von der mittlern Veränderung der Wärme allein herzuführen. Die Luft wird von der größten Wärme im Sommer ungefähr um den 8ten Theil mehr ausgedehnt, als von der größten Kälte im Winter. Ein Luftthermometer, an welchem ich den Raum der temperirten Luft in 1000 Theile getheilt hatte, stieg bey gleichem Drucke des Quecksilbers vom Winter zum Sommer von dem 950sten Grade bis zum 1065ten. Dieß sind die äußersten Grade, und ihr Unterschied ist 115. Dieser Unterschied muß für die mittlere Veränderung der jährlichen Wärme auf die Hälfte gebracht werden. Und wenn man bedenkt daß sich die Wärme in der obern Luft noch weniger ändert, so wird man nicht wohl mehr als den dritten Theil heraus bringen. Nun ist  $115 : 3 = 38$ , daher die mittlere Sommerwärme 1019, die mittlere Winterkälte 981, und

Dritten Bandes, II Theil. R die

## 130 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

die Verhältniß = 1019 : 981 = 27 : 26 ist, welches von der erstgefundenen 26 : 25 fast gar nicht unterschieden ist. Wäre aber die Abänderung der Wärme größer, so müßte auch die Ausdehnung der Luft dadurch merklicher zu- und abnehmen. Da sie aber dennoch nur wie 26 zu 25 ist, so müßten in diesem Falle die Dünste das übrige ersetzen, und daher die untere Luft im Sommer mehr damit beschwert seyn: welches man aber nicht wohl annehmen kann, weil die dünnere Luft ohnehin weniger Dünste trägt, und alle obige Erfahrungen lehren, daß mit zunehmender Wärme die Dünste abnehmen.

§ 130. Es verhält sich aber ganz anders, wenn wir die Luft unter dem Aequator mit der Luft des schweizerischen Clima vergleichen. Die Wärme an dem Meere in Peru mag höchstens 1080 Gr. des Luftthermometers seyn; die mittlere Winterkälte in der Schweiz wollen wir 985 setzen, um auch hierinn etwas zuzugeben. Die Verhältniß ist = 1080 : 985 = 13 : 12. Und in dieser Verhältniß sollte die Dichtigkeit der Luft verschieden seyn. Wir haben aber gesehen, daß sie wie 9 zu 7 ist. (§ 124.) Sie rührt also nicht blos von der Wärme her, sondern die Luft unter dem Aequator muß um ein Merkliches weniger mit Dünsten beladen seyn.

§ 131. Laßt uns, um dieses zu bestimmen setzen, daß man bei der Meeresfläche in dem schweizerischen Clima das Barometer in die Höhe trage, bis es um 9 Linien gefallen. Man trage es in Peru in eben die Höhe über das Meer, so ist offenbar, daß es nur um 7 Linien fallen werde. Daher wird eine Columne Luft, die im ersten Fall 9 Linien Quecksilber gleich ist, unter dem Aequator, von gleicher Höhe genommen, nur 7 Linien gleich seyn. Wäre die Luft unter dem Aequator nicht wärmer als der 985 Gr. so würde sie in der Verhältniß = 12 : 13 dichter seyn, und folglich müßte sie

13.  $7:12=7,58$  Linien Mercurius im Barometer das Gleichgewicht halten. In dem schweizerischen Clima aber hält diese Columne 9 Linien das Gleichgewicht, folglich da sie nm 1,42 Linien schwerer ist, so müssen die Dünste dieses Uebergewicht ausmachen. Diese Columne mag ungefehr 110 Toisen hoch seyn. Man kann also hieraus folgenden Schluß ziehen.

§ 132. Wenn an dem Meere in dem schweizerischen Clima die Luft des Winters ihre mittlere Dichtigkeit hat, so sind in einer Columne Luft von 110 Toisen, oder in 9 Linien Barometerhöhe, welchen sie das Gleichgewicht hält,  $1\frac{2}{3}$  Linien schwer mehr Dünste, als in einer gleichen Columne Luft in Peru an dem Meere sind, woselbst sie nur 7 Linien wiegt, und in der mittlern Winterkälte der Schweiz nur  $7\frac{2}{3}$  Linien wiegen würde.

§ 133. Wäre die Luft in Peru ganz rein, und ohne Dünste, so könnte man hieraus folgern, daß in unserm Clima an dem Meere in 9 Linien schwer Luft  $1\frac{2}{3}$  Linien, und folglich der  $\frac{2}{3}$  Theil Dünste wären. Allein da die Luft in Peru allerdings auch mit Dünsten angefüllt ist, so muß zu diesen  $\frac{2}{3}$  Theilen, noch derjenige hinzugez. rechnet werden, welcher in  $7\frac{2}{3}$  Linien peruvianischer Luft ist.

§ 134. Wenn wir annehmen, die Dichtigkeit der Dünste und ihre Veränderungen seyn einander proportional, so müßte die Dichtigkeit derselben in Peru zu deren Dichtigkeit in unserm Clima sich wie EN zu TB, und folglich wie 3 zu 28 verhalten. Man setze nun in einer Linie peruvianischer Luft sey  $x$  Linien Dünste, so sind in  $7\frac{2}{3}$  Linien Luft  $7\frac{2}{3} x$  Linien Dünste. Ferner werden in 9 Linien schweizerischer Luft  $\frac{28}{3} \cdot 2 x = 84 x$  Linien Dünste seyn. Da nun der Unterschied dieser Dünste, oder  $84 x - 7\frac{2}{3} x = 76\frac{2}{3} x$  so viel als  $1\frac{2}{3}$  Linien betragen, (§ 133) so haben wir  $76\frac{2}{3} x = 1\frac{2}{3}$  folglich

$x =$

$x =$

$5 = \frac{7}{382}$  Linien. Also würden die Dünste in Peru kaum den 54sten Theil des Gewichts der Luft ausmachen. Hingegen würden in dem schweizerischen Klima in 9 Linien Luft,  $84 \times \frac{84.7}{382} = 1\frac{1}{2}$  Linien Dünste seyn, und folglich den 6ten Theil des Gewichtes der untern Luft betragen. Es sind dieses aber höchstens nur die gröbern Dünste: denn die reinern haben wir bereits zu dem mariottischen Gesetze gerechnet. (§ 118.) Sodann betrifft dieses nur die Luft die bey der Meeresfläche ist. Aus dem Fall des Barometers auf den peruvianischen Anhöhen und Bergen zeigt sich, daß die Dichtigkeit der Luft in den ersten 1000 Toisen über dem Meere sehr wenig abnimmt, welches so wohl der stärkern Wärme, die unten in der Luft ist, als auch den wenigen Dünsten muß zugeschrieben werden. Hieraus aber folgt, daß auch die Dichtigkeit der Dünste wenig abnehmen müsse. Es ist vielmehr zu vermuthen, daß die Dichtigkeit derselben in größerer Höhe, wegen zunehmender Kälte größer sey: hingegen in dem europäischen Klima verhält es sich anders. Man kann aus der Krümmung der Linie CEB sehen, daß diese Dichtigkeit sehr merklich abnehmen müsse.

§ 135. Es ist leicht zu erachten, daß man aus diesen Sätzen wichtige Folgen herleiten könnte, wenn sie durch mehrere Erfahrungen untersucht und allgemeiner gemacht würden. Wenn man von den schwedischen Gebürgen ähnliche aber genauere Erfahrungen hätte, als uns Scheuchzer von den schweizerischen geliefert hat; so könnte man dadurch die barometrischen Veränderungen von sehr entlegenen Erdstrichen mit einander vergleichen, und die hier verlangte Untersuchung anstellen. Da mir aber dergleichen noch nicht vorgekommen, so werde ich die vorigen Betrachtungen auf folgende Art gebrauchen. Einmal werde ich zeigen, welche von diesen Sätzen vorzüglich müssen und leichter können untersucht werden. Sodann werde

werde ich sie als wahr annehmen, und verschiedene Folgen daraus ziehen, welche auch leichter durch mehrere Erfahrungen geprüft werden können.

§ 136. Die erste Erfahrung, die man auf höhern Bergen gegen dem Pole anzustellen hätte, wäre die monatliche Abänderung der mittleren Barometerhöhe, wie wir sie oben (§ 105.) für den Gotthard bestimmt haben. Hieraus würde sich die Abänderung in der mittlern Dichtigkeit der Luft auf eben die Art, wie § 126. finden, und dabey vermittelst eines Luftthermometers bestimmen lassen, ob diese Veränderung der mittlern Dichtigkeit allein von der mittlern Veränderung der Wärme herrühren, wie wir es für das schweizerische Clima gefunden haben. (§ 129.) Die Folgen daraus wären, daß jedes Clima ohne Unterschied der Jahreszeiten eine ihm eigene Masse von Dünsten hätte, welche sich zwar fast täglich abänderte, aber das Mittel genommen, durch jede Monate beständig wäre. Eben so würde man daraus finden, wie die Dichtigkeit und Masse der Dünste vom Aequator gegen die Pole zunimmt, wie wir vorhin die Vergleichung zwischen dem Aequator und der Schweiz angestellt. (§ 130. seqq.) Da die Veränderungen des Barometers am Meere fast allein von der verschiedenen Aufhäufung der Dünste herrühren; so ist klar, daß diese Erfahrungen zu Bestimmung derselben nicht wenig beytragen können.

§ 137. Die andere Erfahrung wäre die Bestimmung der größten Veränderungen des Barometers in sehr verschiedenen Höhen. Auf diese Art würde man auch für die Nordländer die krumme Linie CMB zeichnen, und dabey sehen können, in wie ferne sie von derjenigen, so wir für die Schweiz gezogen haben, abgeht. Es ist zum voraus abzunehmen, daß sowohl AB als BT größer, und die Krümmung der Linie BM stärker abnehmen müsse, und daß der

Punkt M weiter herunter komme. Denn AB stellt die größte Veränderung des Barometers am Meere vor, welche gegen die Pole bis auf 3 Zoll anwächst. Sodann würde nach obigen Betrachtungen (§ 120. 125.) die Tangente CT ungefähr in die Mitte von AB fallen, wenn sich aller Orten die reine Luft in gleichem Maße mit den Dünsten aufhäuft. Dieser Satz würde folglich dadurch untersucht werden können. Endlich, da sich die Luft, so in der Schweiz zwischen dem Meere und dem Gotthard ist, des Winters um 3 Linien tiefer herunter senkt, (§ 106.) und die Nordländer noch längere und kältere Winter haben; so nimmt dabey die Dichtigkeit der Luft schneller ab, und die gröbren Dünste müssen daher weniger hoch steigen. Folglich kommt der Punkt M tiefer herunter. (§ 89.)

§ 138. Wären die vorigen Betrachtungen allgemein (§ 116. seqq.) so ließe sich die krumme Linie CMB für Schweden aus derjenigen, so wir für die Schweiz gezogen haben, bestimmen, so bald man die mittlere Dichtigkeit welche die Luft daselbst im Winter hat, und die größte Veränderung des Barometers weiß. Denn dadurch hätte man AC, AB, AT, CT. Ferners würde AC diese Dichtigkeit vorstellen, welche, mit der Dichtigkeit der Luft in der Schweiz und in Peru verglichen, auf AC verschiedene Abscissen geben würde. Z. E. AD für Peru, und NE müßte die halbe Veränderung oder  $1\frac{1}{2}$  Linien seyn, welche in Peru gefunden wird.

§ 139. Unter eben der Voraussetzung läßt sich vermittelst der 6ten Figur die Dichtigkeit der Luft an dem Meere aus der größten Veränderung des Barometers für jeden Monat finden. Es sey z. E. die größte Veränderung bey dem Vorgebirge der guten Hoffnung 10 Linien (§ 75.) so gebührt die Hälfte davon oder 5 Linien den Dünsten. (§ 125.) Man nehme also auf AB 5 Linien, und trage sie als eine Ordinate der krummen Linie CMB, zwischen der

Tangente CT auf diese Tangente in RG, so ist CS die Dichtigkeit der Luft bey dem Vorgebirge, und CA eben dieselbe in dem schweizerischen Erdstriche, beydes an dem Meere. Nun ist die Verhältniß  $AC:CS=28:26=14:13$ . Daher ist die Luft des Winters in der Schweiz um den 13ten Theil dichter als bey dem Vorgebirge. Muß man also in dem schweizerischen Erdstriche des Winters an dem Meere 70 Schuhe hoch steigen, biß das Barometer 1 Linie fällt, so gebraucht es bey dem Vorgebirge  $14.70:13=75\frac{1}{2}$  Fuß. Da sich aber diese Schlüsse auf vorige Betrachtungen gründen, welche wir nicht als allgemein ausgeben können, so werden wir sie auch weiter nicht verfolgen.

§ 140. Da aus allem, so wir bisher untersucht haben, erhellet, daß die Dünste das meiste zu den barometrischen Veränderungen beytragen; so lohnt es sich der Mühe, auf solche Erfahrungen zu sinnen, durch welche man, wo nicht ihre ganze Masse, doch wenigstens ihre Zu- und Abnahme an jeden Orten und für jede Tage, bestimmen kann. Es ist bekannt daß die Hygrometer, so man in großer Menge und Verschiedenheit ausgedacht hat, den Nutzen nicht haben, den man von ihnen erwartet hatte. Sie zeigen höchstens an, ob die Feuchtigkeit an dem Orte, wo man sie hat, zu oder abgenommen: und auch dieses kann man nicht allezeit sicher daraus schließen; weil es bey vielen mit dem Austrocknen sehr langsam zu geht: zu geschweigen, daß man von dem einzelnen Orte, wo man sie hat, keinen Schluß auf die freye Luft oder auf ein größeres Stück Land machen kann.

§ 141. Man sieht aber leicht, daß es hier auf die Bestimmung des Gewichts der Dünste ankommt, die in einer Columne Luft von gewisser Höhe, oder von einem gegebenen Gewichte ist. Oder wenn es nicht angeht, das Gewicht der sämtlichen Dünste zu bestimmen,

men, so muß man wenigstens trachten, daß man finden könne, wie viel es von einer Zeit zur andern sich verändert. Kann dieses Mittel gefunden werden, so wird sich aus einer Reihe von Observationen bestimmen lassen, was die verschiedenen Jahreszeiten, die Winde, und besonders die Abwechslungen der Wärme und Kälte, zur Aufhäufung und Verminderung der Dünste, und daher auch diese zu den barometrischen Veränderungen beytragen.

§ 142. Die Veränderungen der Dichtigkeit und des Gewichtes der Dünste müssen besonders bey der Meeresfläche in dem europäischen Erdstriche und in den Nordländern sehr merklich seyn. Die größten Veränderungen des Barometers an diesen Meeren sind 2 bis 3 Zoll, und nach obigen Sätzen würde die Aufhäufung der reinen Luft nur die Hälfte dazu beytragen. Die andere Hälfte wäre den Dünsten zuzuschreiben, und diese erheben sich nicht einmal merklich in die Höhe. (§ 118.) Wir haben bisher nur die mittlere Dichtigkeit derselben untersucht, und gefunden, daß in dem schweizerischen Clima am Meere in einem Cubieschuh Luft der sechste Theil seines Gewichtes mehr Dünste seyn müssen, als an den peruvianischen Ufern in einem Cubieschuh sind. (§ 130. seqq.)

§ 143. Um dieses zu bestimmen haben wir uns des Barometers und Luftthermometers bedient, und diese beyden Instrumenten können ebenfalls zu unserm dormaligen Vorhaben dienen. Man nehme zwey übereinstimmende Barometer, und hänge das eine oben auf einen Thurm oder Berg, so daß es zwey drey oder mehr Linien tiefer stehe, als an dem Fuß: das andere lasse man unten an dem Fuß; so ist offenbar, daß der Unterschied zwischen diesen beyden Barometerhöhen derselben Columne Luft das Gleichgewicht hält, welche zwischen beyden liegt. Bleiben die beyden Barometer an ihrem Orte, so ist die Höhe dieser Columne einerley. Ihr Gewicht aber ändert sich auf eine dreysache Art.

§ 144. Einmal bey gleicher Wärme und gleicher Masse der Dünste wird sie desto schwerer seyn, je mehr sie von der aufliegenden Luft gedrückt wird; und in dieser Absicht wächst ihr Gewicht in einerley Verhältniß mit der Höhe des obern Barometers.

§ 145. Sodann bey gleichem Drucke und gleicher Masse der Dünste nimmt das Gewicht der Columne ab, wenn die Wärme zunimmt. Und die Veränderung ist in umgekehrter Verhältniß der Ausdehnung der Luft im Luftthermometer, wenn es die Wärme dieser Columne hat. Man sieht hiebey leicht, daß man zu dieser Absicht ein solches Luftthermometer gebrauchen müsse.

§ 146. Endlich bey gleicher Wärme und gleichem Drucke der aufliegenden Luft, wächst das Gewicht dieser Columne, wenn sich die Dünste in derselben, oder überhaupt in gleicher Höhe über der Erdofläche aufhäufen.

§ 147. Da das Gewicht der Columne beständig dem Unterschiede beyder Barometerhöhen gleich ist; so würden die Veränderungen, so in dem Gewichte der Dünste vorgehen leicht gefunden werden, wenn der dritte Fall allezeit Statt hätte, oder wenn Wärme und Druck der obern Luft in einem fort gleich groß wären. Da aber dieses nicht ist, so müssen die Verhältnisse, so wir für beyde erste Fälle gegeben haben, gebraucht werden, um jeden vorkommenden Fall auf den ziten zu reduciren.

§ 148. Man nehme derowegen den Druck von 28 Zoll als beständig an, damit die Luft in der Columne dadurch so dicht gemacht werde, als wenn sie an der Fläche des Meeres wäre. Sodann nehme man den Raum der Luft im Thermometer, wenn er in temperirter Wärme ist, in 100 Theile getheilt an, und auf diesen

Grad der Wärme bringe man jeden andern, welcher wirklich observirt wird. Dadurch wird man das Gewicht der Columne finden, welches Statt hätte, wenn ihre Wärme temperirt, und der Druck der aufliegenden Luft von 28 Zollen wäre.

§ 149. Dieses geschieht, wenn der gefundene Unterschied beyder Barometerhöhen mit 28" und das Product mit dem Grad des Thermometers multiplicirt, und dieses zweyte Product durch die observirte Höhe des obern Barometers und durch 1000 dividirt wird.

§ 150. Der zweyte Quotient würde immer einerley Größe oder Anzahl von Linien haben, wenn die Masse von Dünsten in der Columne oder in ihrer Höhe über der Erdofläche beständig wäre. (§ 43. seqq.) Da sie sich aber sehr merklich ändert, (§ 142.) so wird auch diese Anzahl von Linien fast beständig verschieden seyn, und ihre Zu- und Abnahme ist in Verhältniß des abgeänderten Gewichtes der Dünste.

§ 151. Da man auf diese Art ein richtigeres Hygrometer hat, als die gemeinen sind, welche weder Maas noch Gewicht von den Dünsten angeben; so wird es nöthig seyn, die Umstände zu bestimmen, welche dessen Richtigkeit und das Maas der Dünste, so dadurch bestimmt wird, größer und zuverlässiger machen können.

§ 152. Erstlich ist für sich klar, daß die beyden Dexter nicht weit von einander entlegen, hingegen das eine merklich höher seyn müsse, als das andere. Denn da die Abweichungen in dem Unterschiede beyder Barometerhöhen diejenigen sind, welche die Veränderungen des Gewichtes der Dünste bestimmen sollen; so werden sie nicht nur merklicher werden, wenn dieser Unterschied sich auf 8, 10

bis 12 Linien belauft, sondern die kleinern Fehler, die dabey unvermeidlich sind, werden auch weniger zu sagen haben.

§ 153. Sodann ist es nothwendig, beyde Barometer an Schatten zu hängen, und bey beyden ein Luftthermometer zu haben; damit man aus den Graden der Wärme das Mittel nehmen könne; weil sie fast nothwendig verschiedene Grade anzeigen.

§ 154. Da man aber nicht aller Orten Gelegenheit hat, diese Erfahrungen anzustellen, und über dieß zween Observatores dazu nöthig scheinen, so habe ich gesucht, diese Absicht auf eine leichtere Art zu erhalten, und gefunden, daß man anstatt des höhern Ortes das guericische Manometer dazu mit Vortheil gebrauchen kann.

§ 155. Man lasse sich eine große aber sehr leichte Kupferne Kugel verfertigen, die innwendig hohl sey. Es ist nicht nöthig, daß man die Luft daraus ziehe, sondern genug, wenn sie so fest aller Orten verschlossen ist, daß die innere Luft mit der äußeren gar keine Gemeinschaft habe, und jene weder heraus noch diese hinein kommen könne. Dieser Umstand ist dabey nothwendig, und ohne denselben würde die ganze Arbeit fehl schlagen.

§ 156. Diese Kugel wird an eine Wage gehängt, welche einen sehr starken Ausschlag giebt, und die Veränderungen des Gewichtes genau anzeigt. Dabey hänge man ein Barometer und Luftthermometer; so wird sich die Abänderung in dem Gewichte der Dünste folgender maßen bestimmen lassen.

§ 157. Es ist bekannt, daß die Kugel in der Luft gewogen, leichter ist, als wenn sie in einem luftleeren Raume gewogen würde; und der Unterschied des Gewichtes ist jedesmal das Gewicht der

Luft, deren Raum die Kugel einnimmt. Er ist daher desto größer, je dichter die Luft und die Dünste darinn sind. Nimmt diese Dichtigkeit zu, so wird die Kugel um eben so viel leichter. Laßt uns Kürze und mehrerer Deutlichkeit halber sehen, der Raum der Kugel sey ein Cubischfuß; so ist klar, daß man auf diese Art alle Veränderungen, die in dem Gewichte eines cubischen Schubes Luft vorgehen können, genau bestimmen kann. Dieses Gewicht belauft sich auf die 600 Gran: und da es große Veränderungen leidet, so ist leicht zu erachten, daß man dieselben bey einer Wage, die noch einen Gran Ausschlag giebt, sehr genau bestimmen kann.

§ 158. Das Gewicht der Luft, deren Raum die Kugel einnimmt, muß man in einem Fall durch Versuche bestimmen. Und dasselbe in ein anders verwandeln, welches Statt haben würde, wenn die Luft temperirt, und das Barometer 28 Zoll hoch wäre. Das beste Mittel ist, wenn man die Kugel im luftleeren Raume und in der freyen Luft abwiegelt. Ist dieses einmal geschehen, so darf man jederzeit nur auf die Zu- und Abnahme des Gewichts der Kugel in freyer Luft sehen, um jederzeit das Gewicht eines cubischen Schubes Luft daraus zu finden.

§ 159. Da dieses Gewicht wiederum die dreyfache Abänderung hat, die wir bey dem vorigen Versuche angemerkt haben, (§ 144. 145. 146.) so wird jedesmal eben die Rechnung damit vorgenommen, die wir vorhin angegeben haben. (§ 148. 149.) Man multiplicirt es nämlich mit 28" und mit dem observirten Grad des Thermometers, und das zweyte Product wird durch 1000, und durch die observirte Barometerhöhe dividirt. So ist der zweyte Quotient das Gewicht eines cubischen Schubes von Luft, welches sie haben würde, wenn die Wärme temperirt und das Barometer 28 Zoll hoch wäre.

§ 160. Um so viel Grane nun dieses Gewicht zu einer Zeit größer ist, als zur andern, um so viel hat das Gewicht der Dünste und ihre Dichtigkeit zugenommen. Vergleicht man diese Observationen mit denselben, so man an gleichem Orte mit gemeinen Hygrometern anstellt; so wird sich zeigen, ob zwischen beyden eine Uebereinstimmung sey, und ob die Sprache der letztern könne verständlich gemacht werden.

§ 161. Da wir bey diesen Versuchen das guericckische Manometer gebraucht haben, so müssen wir noch den Unterschied zwischen demselben und demjenigen, so Wolf angegeben, anzeigen: weil das letztere hier nicht kann gebraucht werden. Jenes zeigt die Abänderungen in der Dichtigkeit und im Gewicht der äußern Luft; dieses aber die Stärke und Größe der Schnellkraft unter einander vermengt, und dadurch die Dichtigkeit derjenigen Luft an, welche in der gläsernen Kugel eingeschlossen ist. Ungeachtet nun in dieser Kugel des wolffischen Manometers auch Dünste sind; so bleibt ihre Masse zugleich mit der Masse der reinen Luft beständig, weil sie mit der äußern keine Gemeinschaft hat. Beyde dehnen sich auf eine gleichförmige Art aus, wenn entweder die Wärme größer oder der Druck der äußern Luft geringer wird. In freyer Luft ändert sich die Verhältniß zwischen der Masse von reiner Luft und von Dünsten, und diese Veränderung muß in gegenwärtigem Versuche gefunden werden. In dem wolffischen Manometer bleibt diese Verhältniß beständig, wie sie zur Zeit seiner Verfertigung war, folglich lassen sich ihre Abwechslungen nicht bestimmen. Hingegen haben wir gesehen, daß es durch die küpferne Kugel geschehen kann.

§ 162. Das wolffische Manometer thut ungefähr den Dienst, den das Luftthermometer und das Barometer, zusammen genommen, thun. Es kann also anstatt beyder neben dem Guericckischen gebraucht werden.

werden. Man theile den Raum, den die Luft darinn bey temperirter Wärme und bey dem äußern Drucke von 28 Zoll einnehmen würde, in 1000 Theile, und nach diesen graduire man das Manometer; so ist es zu dieser Absicht fertig, und anstatt der vorigen Rechnung (§ 159.) darf man nur das gefundene Gewicht eines cubischen Schuhes Luft durch den observirten Grad des wolffischen Manometers multipliciren, und das Product durch 1000 dividiren, um das Gewicht zu haben, welches ein Cubischschuh von derselben Luft in temperirter Wärme und bey dem Drucke von 28 Zollen haben würde.

§ 163. Man sieht hieraus, daß das wolffische Manometer die Dichtigkeit der reinen Luft, das Guericische aber die Dichtigkeit der reinen Luft und der Dünste zugleich anzeigt.

§ 164. Um die bisherigen Betrachtungen über die veränderliche Masse der Dünste in der untern Luft durch einige Erfahrungen zu erläutern, und zugleich einen Vorrath für das Folgende zu sammeln, werde ich aus denen Actis Helveticis die zu Basel und la Ferriere en Erguel zu gleicher Zeit observirten Barometerhöhen für den Jenner 1756 hersehen, und ihren Unterschied, wie auch den Stand des Luftthermometers und der Witterung beysügen:

1756. Jan.

Tag	Stund	Barom. zu Basel.	Barom. zu Ferriere.	Unter- schied.	Therm. zu Basel.	Witter- rung.
1	Morgen	'''	'''	'''	961	h
	M. Mitt.	325,0	297,5	27,5	963	h
	Abend.	327,7	296,0	27,5	961	4
2	M.	323,5	295,0	26,7	967	D
	M. M.	321,7	295,0	26,7	974	D
	N.	320,2	294,0	25,2	967	D h
3	M.	318,2	294,0	27,0	960	h
	M. M.	321,5	294,5	27,0	965	h
	N.	322,5	295,0	27,5	967	h
4	M.	322,5	295,0	26,7	961	⊙
	M. M.	321,7	295,0	26,7	969	⊙
	Ab.	322,2	294,0	28,2	962	⊙
5	M.	317,2	292,0	25,2	972	D
	M. M.	319,5	294,5	27,4	971	D
	N.	321,9	294,5	27,4	968	D
6	M.	325,0	297,0	28,0	961	⊙
	M. M.	325,7	297,0	28,0	969	⊙
	N.	325,3	297,2	28,1	959	⊙
7	M.	323,5	297,0	26,5	962	D
	M. M.	324,0	297,0	26,5	974	D
	N.	324,5	297,5	27,0	972	D
8	M.	323,5	296,5	27,2	969	D
	M. M.	323,0	296,5	27,2	974	D
	N.	323,5	296,0	27,5	974	D
9	M.	326,5	298,5	28,0	970	D h
	M. M.	327,3	298,5	28,0	976	h
	Ab.	327,7	300,0	27,7	974	h
10	M.	327,7	299,5	28,2	972	⊙
	M. M.	327,7	299,5	28,2	978	⊙
	N.	327,5	300,0	27,5	968	⊙

144 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

1756. Jan.

Tag	Stund.	Barom. zu Basel.	Barom. zu Ferriere.	Therm. zu Basel.	Untere- schied.	Witter- rung.
11	M.	327,0	300,0	957	27,0	⊙
	N. M.	327,0		967		⊙
	N.	327,0		960		⊙
12	M.	326,7	300,0	951	26,7	⊙
	N. M.	326,7		967		⊙
	N.	326,6		960		⊙
13	M.	323,7	296,5	959	27,2	⊙
	N. M.	320,7		990		⊙
	N.	323,0		981		⊙
14	M.	324,5	297,5	975	27,0	⊙
	N. M.	323,0		984		⊙
	N.	323,0		993		⊙
15	M.	323,0	296,5	980	26,5	⊙
	N. M.	323,4		978		⊙
	N.	323,0	295,5	974		⊙
16	M.	322,0	295,0	964	27,0	⊙
	N. M.	323,5		968		⊙
	N.	324,7	297,0	963		⊙
17	M.	325,4	298,0	962	27,4	⊙
	N. M.	326,0		966		⊙
	N.	326,5	298,5	965		⊙
18	M.	324,4	297,0	969	27,4	⊙
	N. M.	324,0		980		⊙
	N.	324,4	298,0	980		⊙
19	M.	326,0	298,5	978	27,5	⊙
	N. M.	325,7		993		⊙
	N.	325,5	299,0	988		⊙
20	M.	325,7	298,5	974	27,2	⊙
	N. M.	326,5		980		⊙
	N.	326,7	299,0	973		⊙

1756. Jan.

Tag.	Stund.	Barom. zu Basel.	Barom. zu Ferriere.	Unter- schied.	Therm. zu Basel.	Witte- rung.
21	M.	327,5	299,5	28,0	974	☉
	N. M.	327,5			979	☉
	N.	327,7	300,0	27,7	976	☉
22	M.	327,7	300,0	27,7	963	☉
	N. M.	327,4			978	☉
	N.	327,0	299,5	27,5	966	☉
23	M.	326,0	299,0	27,0	954	☉
	N. M.	325,7			974	☉
	N.	325,5	298,5	27,0	962	☉
24	M.	326,3	299,0	27,3	966	☉
	N. M.	327,5			980	☉
	N.	328,3	300,0	28,3	978	☉
25	M.	328,7	300,5	28,2	974	☉
	N. M.	329,0			982	☉
	N.	329,0	301,5	27,5	968	☉
26	M.	328,0	300,5	27,5	968	☉
	N. M.	328,0			974	☉
	N.	329,0	301,0	28,0	970	☉
27	M.	329,3	301,0	28,3	963	☉
	N. M.	329,5			974	☉
	N.	329,7	301,0	28,7	970	☉
28	M.	330,3	301,5	28,8	962	☉
	N. M.	330,7			973	☉
	N.	330,7	302,0	28,7	962	☉
29	M.	330,5	301,5	29,0	944	☉
	N. M.	330,5			962	☉
	N.	330,4			952	☉
30	M.	330,4	301,5	28,9	946	☉
	N. M.	330,4			967	☉
	N.	330,3	302,0	28,3	959	☉
31	M.	329,5	301,5	28,0	949	☉
	N. M.	329,0			966	☉
	N.	328,6	301,0	27,6	956	☉

§ 165. Die Tabelle bedarf einer Erläuterung, besonders wenn man sie mit den Actis Helveticis, daraus ich sie in die Kürze gezogen, und zu gegenwärtiger Absicht bequemer gemacht habe, vergleichen will. Einmal habe ich die Barometerhöhen, welche daselbst in französischen Zollen, Linien und Brächen angegeben waren, schlechthin in Linien und deren Decimaltheile verwandelt, und in eben solchen Theilen ihren Unterschied beygefügt. Sodann waren daselbst die Grade vom Du Crestischen Thermometer angefügt; und diese habe ich in Grade des Luftthermometers verwandelt, indem ich den Grad der temperirten Luft 1000 setzte, oder ihren Raum in tausend Theile getheilt annahm, und für jeden Du Crestischen Grad vier Grade des Luftthermometers rechnete: wodurch ehender zu viel als zu wenig geschehen; weil für die Veränderung, so die Dünste in der Dichtigkeit verursachen, noch immer genug herauskommen wird, um zu zeigen, wie merklich sie seyn. Endlich habe ich die Witterung Kürze halber durch eben die Zeichen ausgedrückt, deren ich mich in den Actis Helveticis bedient. Es bedeutet nämlich:

- ☉ ganz helles Wetter,
- ☼ Sonnenschein mit Wolken
- ☁ veränderlich,
- ☾ trüb und neblig
- ☂ kleiner Regen
- ☃ starker Regen,
- ☄ Schnee.

Endlich habe ich mit Vorbedachte aus dem ganzen Jahrgange den Jenner erwählt, weil in diesem Monate die Veränderungen des Barometers am stärksten, und Wolken und Dünste am niedrigsten sind. (§ 107. 105. 137.)

166. Die mittlern Barometerhöhen von Basel und Ferriere haben wir schon oben angegeben. (§ 82.) Jene ist  $27'' 0\frac{1}{2}'''$  oder  $324,5$  Linien, diese aber  $24'' 8\frac{1}{2}'''$  oder  $296,5$  Linien, und daher der Unterschied 28 Linien, welcher groß genug ist, um die Veränderung der Dünste genauer zu bestimmen. Da derselbe bey temperirter Wärme Statt findet, so müssen wir ihn nur noch auf den Druck von 28 Zollen bringen. (§ 148.) Dieses geschieht, wenn er in der Verhältniß von  $24'' 8\frac{1}{2}'''$  zu 28 Zoll oder wie 296,5 zu 336 vergrößert wird. Die Rechnung giebt 31,7 Linien, und dieß wäre also das Gewicht einer Columne von Luft, wie sie in ihrem mittlern Stande zwischen Basel und der Höhe von Ferriere ist, wenn das aufliegende Gewicht von 28 Zollen wäre. Ungeachtet der mittlere Unterschied von 28 Linien zwischen beiden Barometerhöhen in diesem Monate sehr oft vorkömmt, so sehen wir doch, daß sich derselbe fast um vier Linien verändert. Er war nämlich den 2ten und 4ten Jenner  $25,2$  Linien: den 29sten Jenner 29 Linien. Doch hält er sich am öftesten bey 27 und 28 Linien auf. Ueberhaupt war der Unterschied an denen Tagen kleiner, an welchen es regnete, das Barometer tiefer und die Kälte geringer war. Diese Umstände trafen in den 20 ersten Tagen des Monats zusammen, und der Unterschied war niemals über  $28,2$  Linien. Hingegen in den 11 letzten Tagen, und besonders zu Ende war die Kälte groß, das Barometer hoch und das Wetter hell. Diese Umstände, zusammen genommen, mußten den Unterschied der Barometer größer machen. Er wuchs auch bis auf 29 Linien, und war niemals unter  $27,0$  Linien.

§ 167. Um nun zu sehen, was die Dünste allein zu Abänderung dieses Unterschiedes beitragen konnten; so wollen wir etliche davon herausnehmen, und dieselben nach der oben gegebenen Regel (§ 149.) auf temperirte Luft und auf den Druck von 28 Zollen

## 148 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

reduciren, und sie Kürze halber die coäquirte Dichtigkeit der Luft nennen. So ist demnach dieselbe

$$\text{den 2ten Jenner Abends} = \frac{25,2 \cdot 336 \cdot 967}{299 \cdot 1000} = 27,94 \text{ Linien.}$$

$$\text{den 4ten Jenner Abends} = \frac{28,2 \cdot 336 \cdot 962}{294 \cdot 1000} = 31,00 \text{ Linien.}$$

$$\text{den 5ten Jenner Morgens} = \frac{25,2 \cdot 336 \cdot 972}{292 \cdot 1000} = 28,19 \text{ Linien.}$$

$$\text{den 29sten Jenner Morgens} = \frac{29,0 \cdot 336 \cdot 944}{301,5 \cdot 1000} = 30,51 \text{ Linien.}$$

§ 168. Es war also die größte Dichtigkeit 31 L. die kleinste 27,94 L. daher der Unterschied 3,06 L. welches ungefähr den zehnten Theil der größern Dichtigkeit ausmacht. Man kann also sagen, daß die Luft zwischen Ferriere und Basel den 13ten Jenner um den 10ten Theil ihres Gewichtes mehr mit Dünsten beladen gewesen als sie es den 2ten Jenner war.

§ 169. Fallen die Dünste im Regen herunter, so wird die Luft dadurch nothwendig reiner, und dahero leichter. So war 3. E. die coäquirte Dichtigkeit den 4ten Jenner Abends = 31 Linien. Des folgenden Morgens, da der Regen fiel, war sie nur noch 28,19 Linien. Der Unterschied ist 2,81 Linien oder der 11te Theil der größern Dichtigkeit, also hat sich die Luft zwischen der Höhe von Basel und La Ferriere an einem Morgen um den elften Theil ihres Gewichtes von Dünsten gereinigt. Einen ähnlichen Fall findet man auch in der Nacht vom 6ten auf den 7ten, vom 13ten auf den 14ten und 15ten, vom 17ten auf den 18ten, und vom 19ten Morgens bis Abends.

§ 170. Man kann aus diesen Erfahrungen ebenfalls zeigen, daß sich die größern Dünste gar nicht hoch erheben, und ihre Dichtigkeit

keit

keit merklich abnehmen müsse. Denn wenn sie nicht stärker abnähme, als die Dichtigkeit der reinen Luft, so hätte in der Nacht vom 4ten auf den 5ten die Luft den 11ten Theil ihres Gewichtes verlieren, und daher das Barometer 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Zoll fallen müssen. Es fiel aber zu Ferriere nur 2 Linien, indem es den 4ten 294 und den 5ten 292 L. hoch stand. Hingegen wurde die Luft zwischen Basel und Ferriere um 3 Linien leichter, denn den 4ten wog sie  $28\frac{1}{2}$  L. und den 5ten nur  $25\frac{1}{2}$  L. Man kann aber die 2 Linien, um welche das Barometer zu Ferriere fiel, nicht ganz den Dünsten zuschreiben: weil die ganze Atmosphäre sich herunter senken mußte, um die untere Luft, welche so merklich dünner geworden, wieder zusammen zu drücken.

§ 171. Diese Abnahme an der Dichtigkeit der Dünste in der untern Luft, ist alsdann am merklichsten, wenn der Regen, nach einer größern Aufhäufung derselben, anfängt zu fallen. Hält er aber länger an, so sammeln sich aus verschiedenen Ursachen wiederum neue Dünste. Wir sehen dieses bey dem 5ten, 7ten, 8ten, ingleichen vom 13ten bis 20sten Jenner aus voriger Tafel. Ungeachtet es den 5ten Jenner den ganzen Tag durch gerechnet, so wuchs doch der Unterschied der Barometerhöhen von  $25\frac{1}{2}$  L. auf  $27\frac{1}{4}$ , die coäquirte Dichtigkeit war des Morgens  $28\frac{1}{19}$  L. Des Abends  $30\frac{3}{31}$  L. also hatte die Luft zwischen Basel und Ferriere bereits wieder um  $2\frac{1}{12}$  L. oder um  $\frac{1}{3}$  Theil ihres Gewichtes an Dünsten zugenommen. Die Zunahme muß noch stärker gewesen seyn; weil es indessen immerfort regnete. Eine ähnliche Zunahme findet sich vom 7ten Morgens bis auf den 8ten Abends, ungeachtet der Regen anhielt. Und eben dieses wird man bey dem abwechselnden Wetter vom 13ten bis auf den 20sten an den Unterschieden finden.

§ 172. Unter den Ursachen, die hiezu beytragen, finde ich folgende: Einmal hat der Regen selten oder niemals die Wärme des

Bodens, auf den er fällt. Er ist mehrentheils kälter. Man kann annehmen, daß der Regen in der obern Luft Schnee sey, welcher nur alsdann schmelzt, wenn die untere Luft warm genug dazu ist, ihn in seinem langsamen Falle aufzulösen. Dazu muß die untere Luft und folglich auch der Boden nothwendig wärmer seyn. Im Sommer ist er es unstreitig merklich, und im Winter so oft es regnen mag, oder keine warme Winde helfen den Schnee zu schmelzen. Da sich also der Regen so wohl im Fallen als auf dem Boden erwärmt, und den Boden kälter macht, so geht hiebey eine Abwechslung von Kälte und Wärme vor, welche sehr schnell ist. Diese Abwechslung aber befördert die neue Ausdünstung am meisten. (S 115.) Man sieht daher in der Schweiz, daß sich auch während dem es regnet, neue Dünste an den Bergen erheben. Dadurch wird nun die Luft wieder schwerer, und macht, daß das Barometer anstatt zu fallen, öfters im Regen wieder steigt, welches besonders des Sommers bey den Abendregen geschieht.

§ 173. Die andere Ursach ist diese. Da der Regen nur aus der untern Luft fällt, indem sich die Dünste nicht höher erheben, so nimmt die Dichtigkeit derselben, und die Größe ihrer Schnellkraft ab. Es hat folglich nicht nur die obere Luft mehrern Druck, dadurch sie sich nieder senken muß: sondern auch die Luft, die in der Erde und im Wasser ist, hat eine größere Elasticität; weil sie nun nicht mehr so stark gedrückt wird. Daher ist es hier eben so viel, als wenn man aus der Glocke, worunter man ein Gefäß mit Wasser gestellt hat, anfängt die Luft auszupumpen. Raum hat man den ersten Zug gethan, so dringen sich die Luftbläsgen reihenweise aus dem Wasser empor. Diese Ursache ist um desto kräftiger da man beweist, daß der Regen im Fallen nicht mehr auf die Luft drückt. Denn um desto mehr muß sich die untere Luft in die Höhe, und die aus dem Wasser und aus dem Boden in die freye Luft dringen.

§ 174. Aus diesen beyden Ursachen läßt sich schließen, daß jeder Regentropfen, noch ehe er auf den Boden kömmt, schon einen Theil Luft und Wasser wieder ausdünste. Da er sich über dieß durch die Luft durchdringen muß, so werden diese aufgehenden Dünste desto leichter von demselben abgelöst; da sie hingegen auf der Fläche des stehenden Wassers eine Zeitlang schweben, ehe sie sich los machen können. Bey hohen Wasserfällen hat man hievon augenscheinliche Beyspiele. Das fallende Wasser wird von der Luft getrennt, und eben dadurch in unzählige Dünste getheilt.

§ 175. Ferner kann der Wind die Dünste, so an einem Orte sind, weg tragen, und dagegen diejenigen herbringen, welche an einem andern Orte waren. Dadurch wird nun die Dichtigkeit und Masse derselben nach Beschaffenheit des Windes größer oder kleiner.

§ 176. Endlich wenn man den Lehrbegriff annimmt, daß die Luft ein völlig aufgelöstes Wasser sey, (§ 35.) so läßt es sich leicht begreifen, daß die Verwandlung der gröbern Dünste in reine Luft, und hinwiederum der reinen Luft in Dünste, in der Luft selbst vorgehen könne. Die Dünste sind eine todte Last; werden sie aber rein aufgelöst, so erlangen sie eine Federkraft. Der Druck der untern Luft wird verstärkt, die Luft in die Höhe und seitwärts ausgedehnt, und dadurch die Höhe des Barometers vermindert. Wenn die Sonnenwärme zu dieser Auflösung beyträgt, so ließe sich hieraus begreifen, warum bey vielen auf einander folgenden hellen Tagen, das Barometer anfänglich steigt, nachgehends aber allmählich und gleichsam unvermerkt wieder fällt. Denn Anfangs diene die Wärme, um gröbere Dünste zu zeugen, biß die Luft damit angefüllt wäre. Nach diesem würden die Dünste vollends elastisch und reine Luft, und die nunmehr überwiegende Federkraft machte, daß die Luft seitwärts ausweichen müßte.

152 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

§ 177. Hievon haben wir in unserm Jennermonate zwey Beispiele. Vom 21 bis zum 24, und vom 28 bis in Hornung waren helle Tage. Das Barometer fieng den 19 an zu steigen bis zum 22, wo es wieder anfieng zu fallen, und auf eben die Art nahm die Dichtigkeit der Dünste zu und wiederum ab. Die coäquirte Dichtigkeit war den 19 Morgens = 29, 85 L. da es aber des Abends regnete, so fiel sie auf 29, 42 L. und folglich um den 70 Theil. Den folgenden Morgen oder am 20 war sie schon wieder auf 29, 82 L. und daher so groß, als sie vor dem Regen war. Sie wuchs bis den 21 Morgens auf 30, 64 L. von da an fieng sie wieder an abzunehmen, bis auf den Abend des 23, da sie nur noch 29, 23 war, ungeachtet sich das Wetter nicht geändert hatte. Diese Abnahme ist 1, 41 L. oder der 21 Theil der größern Dichtigkeit, und also hatte die Luft zwischen der Höhe von Basel und Ferriere innerhalb 3 Tagen um  $1\frac{1}{2}$  Linien oder um den 21 Theil ihres Gewichtes an Dünsten bey beständig schönem Wetter abgenommen.

§ 178. Eine ähnliche Veränderung findet sich auch vom 29 bis zum 31 dieses Monats. Man sieht aber hieraus, daß wenn diese Abnahme nur bey hellem Wetter vorgeht, dieselbe ungleich langsamer ist, als wenn ein Regen einfällt. Den 5 war sie in einem Vormittage 2, 81 Linien (§ 169) weil ein starker Regen, und zu Ferriere und zu Chur ein häufiger Schnee die Dünste herunterriß. Hingegen gebrauchte es vom 21 bis zum 23, desgleichen vom 29 bis zum 31, drey helle Tage, ehe die Dichtigkeit der Dünste um  $1\frac{1}{2}$  Linie, und folglich kaum um die Hälfte abnahm. Nach dem vorigen Lehrbegriffe (§ 176.) würde man schließen, daß es mit der völligen Auflösung der Dünste sehr langsam zugehe. So war die coäquirte Dichtigkeit

Den 10 Morgens = 30, 76 L.	}	der Unterschied = 2, 31 L.
Den 12 M. = 28, 44		

Den

Den 21 Morgens	= 30, 64 L.	}	der Unterschied = 1, 41 L.
Den 23 Abends	= 29, 23		
Den 29 Morgens	= 30, 51	}	= 1, 05 L.
Den 31 Abends	= 29, 46		

Und um so viel hatte die Dichtigkeit der Dünste innerhalb 3 Tagen jedesmal bey hellem Wetter abgenommen. Es scheint, daß es die beyden erstern male geschwinder zugieng; weil es die Tage vorher stark und öfters geregnet hatte.

§ 179. Da also die Dichtigkeit der Dünste ungleich schneller abnimmt, wenn es regnet, (§ 178.) und sich währenddem Regen wiederum neue häufen: (§ 171.) so wird das Barometer an den niedrigeren Orten dabey viel stärker und geschwinder fallen, als an den höhern. Denn die Dünste drücken nur die untere Luft. Fallen sie also herunter; so nimmt das Gewicht derselben ab, und das Barometer muß stark und geschwind fallen. Da sich aber dennoch die obere Luft nicht viel herunter senkt, so verändert sich das Barometer an den höhern Orten nicht so viel. So z. E. vom 4 auf den 5 Jenner fiel das Barometer zu Basel 5 Linien, zu Ferriere nur 2 Linien, zu Chur  $4\frac{1}{2}$  Linien. Es liegt aber Chur höher als Basel und tiefer als Ferriere (§ 82.) und es ist nicht zu zweifeln, daß das Barometer am Meere werde 6 bis 7 Linien, an höhern Orten aber noch weniger als zu Ferriere gefallen seyn. Ein so starker Fall des Barometers, besonders im Winter, ist nichts ungewöhnliches, und selten steht es am tiefsten, es sey dann, daß es durch einen solchen Fall geschehe.

§ 180. Da sich aber gleich wieder neue Dünste in die Höhe ziehen, so bleibt auch das Barometer nicht lang so tief, ungeachtet es etwas langsamer steigt. Denn ein einziger starker Regen, der irgendwo oder auch selbst an dem Orte, wo man observirt, gefal-

len ist, kann auf einmal den größten Theil der Dünste herunter reißen. Sollen sie sich aber wieder erheben, so braucht es mehrere Zeit dazu.

§ 181. Da aber dennoch das Barometer nicht lang in dieser Tiefe bleibt, und jeder anderer Fall desselben langsamer ist; (§ 177. seqq.) so läßt sich daraus erklären, warum die mittlere Höhe des Barometers, welche zwischen die größte und kleinste fällt, geringer ist, als diejenige, welche man findet, wenn man aus allen das Mittel nimmt. So z. E. war dieses Mittel zu Nürnberg aus den Doppelmayerschen Observationen  $26'' 11'''$ , zu Zürich aus den Scheuchzerischen  $26'' 6\frac{1}{2}'''$ , zu Chur  $26'' 1'''$ , hingegen das Mittel aus der größten und kleinsten Barometerhöhe zu Nürnberg  $26'' 10\frac{1}{2}'''$ , zu Zürich  $26'' 5\frac{3}{4}'''$ , zu Chur  $25'' 11\frac{1}{2}'''$ . Der Unterschied zu Nürnberg  $\frac{3}{4}$  L. zu Zürich  $\frac{3}{4}$  L. zu Chur  $1\frac{1}{4}$  L.

§ 182. Die Schwere der Luft und ihre Federkraft sind Ursachen, welche das gehobene Gleichgewicht derselben in verschiedenen Orten wieder herstellen. Wir eignen daher der Luft eine beständige Bemühung zu, sich wiederum ins Gleichgewicht oder in ihren Beharrungsstand zu setzen, wenn sie aus demselben gehoben worden. Häufen sich demnach irgendwo Dünste, so wird die Luft daselbst schwerer, und ein Theil des Uebergewichts breitet sich durch die umliegenden Verter aus. Da es aber mit der Anhäufung der Dünste langsam zugeht, so hat die Luft Zeit, sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen. Daher steigt das Barometer langsam in die Höhe, und es wird nicht leicht die größte Höhe erreichen, es sey dann, daß es weit herum z. E. in ganz Europa ebenfalls bey der größten Höhe sey. Aus eben dem Grunde hält es sich länger bey den größern Höhen auf, wenn das Wetter hell bleibt, oder kein Regen fällt. Wir haben vorhin gesehen (§ 177. 178.) daß es erstliche Tage

Tage gebraucht, bis das Barometer bey anhaltendem hellem Wetter eine oder zwey Linien herunter sinkt; da es hingegen bey dem Regen schneller zugeht.

§ 183. Diese Bemühung der Luft, sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen, giebt uns nicht nur den Grund von den Aenderungen der Winde, sondern es lassen sich daraus auch verschiedene allgemeine Winde erklären. Einmal erhellet daraus, daß die Luft sich von denen Orten, wo das Barometer höher steht, an diejenigen hinzuziehen müsse, wo es niedriger steht, wenn beyde Barometer in gleicher Höhe über dem Meere sind. Dieses geschieht nun 1. wenn sich Luft und Dünste an einem Orte aufgehäuft haben. Da es aber damit langsamer zugeht, so kann hieraus kein starker Wind entstehen; er hält aber länger an, und ist beständiger in Absicht auf die Geschwindigkeit. 2. Wenn irgendwo das Barometer gefallen ist, oder wenn es stark geregnet hat; da zieht sich von allen umliegenden Orten Luft dahin, und der Wind wird stärker und allgemeiner, je stärker und allgemeiner der Regen gewesen. Da der Wind an dem Orte, wo das Barometer zu fallen anfing, von allen umliegenden Orten herkömmt; so müssen daselbst widrige Winde wähen, und schnell abwechseln. Man kann also aus diesem Umstande schließen, wo das Barometer anfing zu fallen.

§ 184. Diese Betrachtungen gehen auf jede einzelne Winde. Es ist aber noch ein anderer Umstand, welcher macht, daß der Nord und Sudwind, und ihre Nebenwinde in dem gemäßigten und kalten Erdgürtel allgemeiner seyn müssen; und dabey findet sich etwas, welches sich nicht so leicht erklären läßt. Wir wollen die Sache umständlicher vortragen.

§ 185. Die Luft ist unstreitig im Gleichgewichte, wenn das Barometer aller Orten bey seiner mittlern Höhe, und daher an der

Meeresfläche bey 28 Zollen steht. Ferner ist die größte Aufhebung dieses Gleichgewichtes der Hälfte der größten Veränderung gleich, welche das Barometer an jedem Orte haben kann. Ungeachtet sich diese größte Veränderung noch nicht aus Gründen bestimmen läßt; so ist es hier genug, daß es wirklich eine solche giebt, welche das Barometer niemals überschreitet. Denn dieses ist eben so gut, als wenn man die Unmöglichkeit dieses Ueberschreitens bewiesen hätte.

§ 186. Wir haben bereits oben verschiedene von diesen größten Veränderungen nach den drey Umständen der geographischen Breite, der Höhe des Ortes, und der Jahreszeit betrachtet. Und werden nun diejenigen, so das Barometer am Meere und im Winter leidet, besonders vornehmen. Diese wachsen von dem Aequator bis zu den Polen von 3 Linien bis auf drey Zolle. Also kann das Barometer unter den Polen  $1\frac{1}{2}$  Zoll über oder unter der mittlern Höhe stehen: unter dem Aequator aber beträgt diese Aufhebung des Gleichgewichtes niemals über  $1\frac{1}{2}$  Linien.

§ 187. Man sehe also, das Barometer stehe in den Nordländern bey  $29'' 6'''$ , so wird das Gewicht der Luft daselbst ihr Gewicht unter dem Aequator, welches am größten nur  $28'' 1\frac{1}{2}'''$  seyn kann, um  $1'' 4\frac{1}{2}'''$  überwiegen. Die Luft muß sich also nothwendig von den Polen gegen den Aequator ziehen, und daher ein Nordwind entstehen.

§ 188. Eben dieses muß noch geschehen, wenn das Barometer vom Pole bis zum Aequator aller Orten seine größte Höhe hat. Wir können dieselben (§ 75. seqq.) aus der 5ten Figur in folgender Tabelle vorstellen.

Polhöhe	größte Höhe des Barom.
80 . . . . .	29" 6 $\frac{1}{2}$ "
70 . . . . .	29 6
60 . . . . .	29 4 $\frac{1}{2}$ "
50 . . . . .	29 2
40 . . . . .	28 8 $\frac{1}{2}$ "
30 . . . . .	28 4
20 . . . . .	28 2
0 . . . . .	28 1 $\frac{1}{2}$ "

Woraus leicht zu sehen, daß von Grad zu Grad ein Uebergewicht ist, welches macht, daß sich die Luft von dem Pol gegen den Aequator ziehen, und daher ein Nordwind entstehen muß. Dieses Uebergewicht hat von dem 30sten bis zum 50sten Grade seine größte Zunahme. Daher müßte sich in diesem Erdstriche der Nordwind am stärksten äußern. Er muß nothwendig stärker werden, wenn das Barometer in den wärmern Erdstrichen unter der größten Höhe ist.

§ 189. Man kann hieraus den Grund angeben, warum die größten Barometerhöhen und die Nordwinde fast allezeit übereinstreffen. Die Luft aus den Nordländern ist kälter, und folglich, wenn sie in die wärmere Erdstriche kömmt, wird ihre Schnellkraft verstärkt. Dadurch aber macht sie, daß das Barometer noch höher steigen muß.

§ 190. Wird das Gleichgewicht unter den Polen so aufgehoben, daß das Barometer daselbst seine kleinste Höhe hat, so wird aus gleichem Grunde die Luft unter dem Aequator ein Uebergewicht von 1" 4 $\frac{1}{2}$ " haben. Sie muß sich also von dem Aequator gegen die Pole ziehen, und daher entstehen Sudwinde.

158 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

§ 191. Eben dieses muß noch Statt haben, wenn gleich das Barometer von dem Aequator bis zum Pole am tiefsten steht. Die kleinsten Höhen sind :

Polhöhe	Kleinste Höhe des $\bar{z}$
80° . . . . .	26'' $5\frac{1}{2}'''$
70 . . . . .	26 6
60 . . . . .	26 $7\frac{1}{2}$
50 . . . . .	26 10
40 . . . . .	27 $3\frac{1}{2}$
30 . . . . .	27 8
20 . . . . .	27 10
0 . . . . .	27 $10\frac{1}{2}$ .

§ 192. Das Uebergewicht nimmt also von Grad zu Grad zu, und die Zunahme ist, wie vorhin, von dem 50sten bis zum 30sten Grade der Breite am größten. Ist die Luft in den wärmern Erdstrichen schwerer als ihr kleinstes Gewicht; so muß der Sudwind nothwendig noch stärker werden.

§ 193. Durch den Sudwind kömmt wärmere Luft an kältere Orter. Ihre Schnellkraft muß daher schwächer werden, und das Barometer noch tiefer fallen. Man sieht hieraus wieder, warum die tieferen Barometerhöhen und die südlichen Winde gewöhnlich zusammen treffen.

§ 193. In so weit haben diese beyden Winde eine Aehnlichkeit. Sie gehen aber in verschiedenen Stücken von einander ab. Denn ungeachtet der Grund davon beyde malen in den Nordländern zu suchen ist; so ist er darinn verschieden, daß der Nordwind der Aufhäufung, der Südwind aber dem Fall der Dünste folget. Die Aufhäufung ist langsamer und hält länger an. Hingegen können die

die

die Dünste auf einmal herunter fallen. Ferner erreicht das Barometer nicht anderst seine größte Höhe, es sey dann, daß es in weit entlegenen Orten auch geschehe, und dieß macht sie allgemeiner und anhaltender. Hingegen kann die kleinste Höhe in einem kleinern Striche Landes statt finden: allein sie währt nicht lang. Diese Sätze sind aus obigen Betrachtungen zureichend klar. Die Folgen daraus sind, daß der Nordwind anhaltender und allgemeiner, der Sudwind aber kürzer, abwechselnder und nicht von so langer Dauer ist. Uebrigens da die Winde noch andere Gesetze haben, nach denen sie sich richten, (§ 66.) so werden diese Regeln dadurch eingeschränkt.

§ 194. Eine Frage aber, die hier noch unverändert bleibt, ist diese: warum die so starken Abänderungen der Barometerhöhen in den Nordländern, ungeachtet der Bemühung der Luft, sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen, sich dennoch nicht bis in den warmen Erdgürtel erstrecken? wo die größte Aufhebung des Gleichgewichtes kaum 2 Linien beträgt, da sie in dem gemäßigten Erdgürtel bis auf einen Zoll, und in dem kalten bis auf  $1\frac{1}{2}$  Zoll anwächst.

§ 195. Wenn wir diese Erfahrungen, von denen man den Grund nicht einsieht, zum Grunde legen; so lassen sich allerdings Folgen daraus herleiten, welche nur deswegen unstreitig sind, weil die Erfahrung gewiß ist, übrigens aber eben so wenig aus vorhergehenden Gründen bewiesen werden können. Man kann aber dennoch daraus die Beschaffenheit der barometrischen Veränderungen a posteriori einsehen, und in so ferne haben sie ihren Nutzen.

§ 196. Einmal können wir daraus schließen, daß die größten und kleinsten Barometerhöhen nicht an allen Orten zugleich Statt haben: und wenn dieses auch wäre, so kann die aufgehäuften Masse  
der

## 160 Von Barometerhöhen und Veränderungen.

der Dünste, oder ihre Verminderung nicht so lang bleiben, bis sich die Luft aller Orten ins Gleichgewicht gesetzt hat.

§ 197. Um dieses zu beweisen, laßt uns setzen: das Barometer stehe aller Orten am höchsten, (S 188.) und die Masse von Luft und Dünste, die sich aufgehäuft hat, bleibe so lange, bis sie aller Orten im Gleichgewichte ist: so ist die Frage, wie viel sodann das Barometer höher stehen müsse als 28 Zolle? Die Flächen des warmen, gemäßigten und kalten Erdgürtels sind wie die Zahlen 20, 25, und 4. Der Ueberschuß über der mittlern Höhe ist  $1\frac{3}{4}$ , 8 und 18 Linien, wenn man für jede Zone das Mittel nimmt. Wird dieser Ueberschuß mit der Fläche jeder Zone multiplicirt, und die Summe der Producte durch die Summe der Flächen dividirt, so hat man

$$\begin{array}{r} 20 \cdot 1\frac{3}{4} = 35 \\ 25 \cdot 8 = 200 \\ \underline{4 \cdot 18 = 72} \\ 49 \qquad 307 \end{array}$$

folglich  $307 : 49 = 6\frac{1}{4}$  Linien: und um so viel müßte das Barometer aller Orten über 28 Zolle stehen. Da es nun unter dem Aequator niemals über  $28'' 1\frac{1}{2}'''$  steht; so gehen von diesen  $6\frac{1}{4}$  Linien  $4\frac{3}{4}$  ab. Woraus man leicht sieht, daß die größten Barometerhöhen weder so allgemein noch so anhaltend sind, als wir hier gesetzt haben.

§ 198. Nimmt man nur den gemäßigten und kalten Erdgürtel, so hat man

$$\begin{array}{r} 25 \cdot 8 = 200 \\ \underline{4 \cdot 18 = 72} \\ 29 \qquad 272 \end{array}$$

folglich der Ueberschuß über 28 Zoll = 272: 29 =  $9\frac{3}{4}$  Linien: woraus man sieht, daß die Größe des warmen Erdgürtels zur Verminderung der nördlichen Barometerveränderungen sehr viel beyträgt. Denn die

Die aufgehäufte Luft in Norden breitet sich wie vom Mittelpuncte gegen den Umkreis aus, und daher muß die Veränderung des Barometers gegen den Aequator viel geringer werden. Eben dieses gilt auch für jede einzelne Veränderung des Barometers an den Orten, die vom Pole entfernter sind.

§ 199. Ferner sieht man hieraus, daß die barometrischen Veränderungen desto weniger Einfluß in einander haben, je mehr die Climata von einander verschieden sind. Und dieses erhellet in der gemäßigten Zone am stärksten. So kann das Uebergewicht unter dem 50sten Grade der Breite bis auf 14 Linien anwachsen; da es unter dem 40sten Grade bey  $8\frac{1}{2}$  Linien bleibt. (S 188.) Der Unterschied ist  $5\frac{1}{2}$  Linien, welche einen starken Sturm aus Norden verursachen könnten. Indessen bleibt dessen unerachtet die Luft bey diesen öfters ziemlich ruhig. Man fragt demnach billig hiebey, was die nördlichere Luft hindere, sich bey solchem Uebergewichte gegen Süden zu dringen, da wir doch sonst sehen, daß das Barometer fast durch ganz Europa zu gleicher Zeit steigt und fällt?

§ 200. Ungeachtet diese Frage sich nicht leicht beantworten läßt; so sehen wir doch so viel hieraus, daß sich die Veränderungen des Barometers leichter nach den Parallelstrichen des Aequators als nach den Mittagszirkeln der Erde richten: daß in einem und eben demselben Clima die Aufhäufung der Luft und Dünste, oder ihre Verminderung allgemeiner ist, und in einer viel größern Strecke desselben fortgeht, als sie sich aus einem Clima in das andere hinüber zieht: endlich daß jedes Clima nach Maas der Abänderung der Wärme und Kälte eine ihm eigene Aufhäufung und Verminderung der Dünste habe, welche sich nach dem Striche, der dem Aequator parallel ist, leichter und auf einmal zugleich äußert, sich hingegen mühsamer süd- und nordwärts verbreitet. So kann z. E. das  
Dritten Bandes, II Theil.      R      Baro-

Barometer unter dem 50sten Grad der Breite in ganz Europa 14 Linien über der mittlern Höhe stehen, und dieses Uebergewicht vermag dennoch nicht so viel, daß das Barometer unter dem 40sten Grad der Breite mehr als  $8\frac{1}{2}$  Linien über die mittlere Höhe hinauf komme.

§ 201. Da sich aber dennoch ein Theil von der im nördlichen Klima aufgehäuften Luft und Dünste in das Südlichere zieht, so wird in diesem die Höhe des Barometers größer, in jenem aber wächst sie minder. Will man also setzen, daß die 14 Linien in dem Nördlichen nur anfangs Statt haben, und das Barometer nach und nach wieder falle, weil es in dem Südlichen um  $8\frac{1}{2}$  Linien steigt; so erhält man allerdings dadurch ein Gleichgewicht: allein es folgt zugleich daraus, daß die Ursachen der barometrischen Veränderungen in den Nordländern fast allein zu suchen sind, daß sie daselbst anfangen, und ein großer Theil derjenigen, die an südlichen Orten sind, mittheilungsweise von den nördlichen herrühren. Man müßte also die Polarländer als eine reiche und unerschöpfliche Quelle derselben ansehen.

§ 202. Hieraus läßt sich vermuthen, daß die Veränderungen des Barometers in den Polarländern mit den Veränderungen der Wärme und Kälte, als der vornehmsten Ursache der Dünste, eine viel kenntlichere Verwandtschaft haben, als in denen Erdstrichen, die näher bey dem Aequator sind; weil sich jene unter diese einmengen, und sie daher unordentlicher machen, welches bey dem Pole viel weniger geschieht.

§ 203. Diese so merklichen Abänderungen in dem Gewichte der Luft dringen nicht bis in den warmen Erdgürtel, wo die Aufhebung des Gleichgewichtes höchstens 2 Linien ist. Die Abwechslungen

tungen der Wärme und Kälte sind daselbst geringer. Daher ist diese Zone gleichsam sich selbst überlassen, und die Veränderungen des Barometers müssen daselbst ordentlicher seyn. Die Ursachen, welche in den andern Zonen den ordentlichen Lauf der Winde stören, fallen daselbst weg: und die Winde so daselbst herrschen, sind die, welche dem Umlaufe der Erde, der Wärme und anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes, wie auch der oben (§ 66.) erwähnten Circulation der Luft vom Meer zum Land, und hinwiederum vom Land zum Meer, zugeschrieben werden können, und sich daraus erklären lassen.

§ 204. In dem gemäßigten Erdgürtel mengen sich alle diese Ursachen unter einander. Die Wärme und Kälte wechselt in denselben nicht nur stärker ab, sondern sie ist auch viel ungleicher ausgeheilt. Daher sind die daraus entstehenden Circulationen (§ 66.) nicht nur in viele kleinere vertheilt, davon jede eine besondere Richtung hat, sondern sie verursachen auch, daß der Nord- und Südwind, welcher vermög voriger Betrachtungen (§ 186. seqq.) ziemlich allgemein seyn sollte, von seinem Wege abgelenket wird. Man setze, die Luft häufe sich nebst den Dünsten in einem nördlichen Lande auf, so würde das daher entstehende Uebergewicht machen, daß sich die Luft vornehmlich gegen Süden ziehen müßte. Allein dadurch kömmt sie in ein wärmeres Klima, und ihre Schnellkraft wird verstärkt. Die Luft wird dadurch mehr in die Höhe getrieben, und fließt gegen die kältern Oerter, wo sie niedriger ist. Da sie nun nicht gerade nordwärts zurücke kann, weil sie eben von daher verdrängt worden; so zieht sie sich in die neben liegenden Länder, die kälter sind. Und dadurch richtet sich der Wind, welcher gegen Süden wehen sollte, gegen Nordost und Nordwest.

§ 205. Wird die Luft irgendwo merklich leichter; so entsteht ein Zufluß der Luft aus den umliegenden Oertern, weil das Gleichgewicht gehoben ist. Allein, dieser Zufluß währet nicht bloß so lang, biß das Gleichgewicht wieder hergestellt ist, sondern es häuft sich daselbst gemeiniglich die Luft noch mehr auf, biß die Geschwindigkeit, die die zufließende Luft einmal erlangt hat, wieder vernichtet ist. Man kann dieses bey jeder Aufhebung des Gleichgewichtes sehen. Es entsteht daher eine Art von Oscillation, welche nur nach und nach abnimmt. Da also an eben dem Orte, wo erst zu wenig Luft war, nunmehr zu viel ist, so ist klar, daß der Ueberschuß wieder weg fließen muß, und auch in diesem Fall fließt gewöhnlich zu viel weg. Man kann hieraus einen Grund angeben, warum das Barometer, zumal des Winters, aus der größten Tiefe so bald wieder zur größten Höhe kömmt, und sich von dieser auch bald wieder herunter senkt.

§ 206. Diese Abwechslung der größern und kleinern Barometerhöhen, ist desto stärker und schneller, je stärker und schneller der erste Fall ist. Ofters kommen sie innerhalb acht Tagen wieder, geht es aber damit langsamer zu, so kann es drey biß vier Wochen anstehen. Im Hornung 1756 hatten wir vier solche Abwechslungen, und einige waren schon im Jenner. In diesem Monate hatte sich die Luft merklich aufgehäuft, und es brauchte den ganzen Hornung dazu, um sich durch verschiedene starke Undulationen dem Gleichgewichte zu nähern, und die Luft in den Stand zu setzen, in welchem sie im Frühlinge anfängt, kleinere Veränderungen zu leiden.

§ 207. Nach dieser allgemeinen Betrachtung werden wir nun das mariottische Gesetz wieder vornehmen und untersuchen, wie ferne sich die Abweichungen, so Dünste und Wärme dabey verursachen, bestimmen

bestimmen lassen. Es seye demnach (Fig. 8.) DAC die Fläche des Meeres, AE die Höhe der Luft, AP eine jede gegebene Höhe über dem Meer. AC stelle die Höhe des Barometers am Meer, und PM eben dieselbe in der Höhe P vor. Es solle nun eine Gleichung zwischen den Abscissen AP und ihren Ordinaten PM gefunden werden.

§ 208. Man theile jede Ordinate PM in zween Theile, davon der eine PN die Dichtigkeit der reinen Luft, der andere die Dichtigkeit der Dünste in P vorstelle. Durch diese Dichtigkeit verstehen wir das Gewicht der Luft und Dünste in einem bestimmten Raume. Das Gewicht drucken wir durch die Barometerhöhen, und den Raum durch 1 aus. (§ 47.) Demnach stellet das Rectangel pnNP das Gewicht der reinen Luft, und pqQP das Gewicht der Dünste in dem Räumchen Pp vor, und der ganze Raum GNPE wird das ganze Gewicht der über P liegenden reinen Luft, GQPE aber das ganze Gewicht der Dünste vorstellen. Daher wird der Raum FQNG der Ordinate PM proportional seyn, weil beyde das auf P liegende Gewicht der Luft und Dünste zusammen genommen ausmachen.

§ 209. Ferner stelle AI die Wärme an der Meeresfläche, und PR dieselbe in jeder Höhe P vor, so drucken die Ordinaten der Krümmen Linie CH die Barometerhöhen, der Linie BG die Dichtigkeit der reinen Luft, der Linie DF die Dichtigkeit der Dünste, der Linie IK die Abnahme der Wärme für jede Höhen aus, und diese Ordinaten sollen nun miteinander verglichen werden.

§ 210. Die Dichtigkeit der reinen Luft ist nothwendig in Verhältniß des aufliegenden Gewichtes, und umgekehrt wie die Wärme. Daher entsteht die erste Formel:

$$PN \propto PM : PR.$$

§ 211. Die Dichtigkeit der Dünste würde eben diesem Gesetze folgen, wenn dieselben in gleicher Verhältniß wie die Luft ausgetheilt wären. Da sie es aber nicht ist, so werden wir die Ordinate  $PQ$  anfangs unbestimmt lassen. Man setze nun:

$$AC = AB = AD = AI = 1, \quad AP = x; \quad PM = y, \\ PN = z, \quad PQ = v, \quad PR = r.$$

so ist  $dy$  das Gewicht der Luft und Dünste in dem Räumchen  $dx$ . Ferner ist  $v dx$  das Gewicht der Dünste, und  $z dx$  das Gewicht der reinen Luft in  $dx$ . Daher  $\int dy = z dx + v dx$ . Wir gebrauchen  $\int$  hiebey um  $dy$  in einen Raum zu verwandeln.

§ 212. Da die Dichtigkeit der reinen Luft abnimmt, wie der Druck, und umgekehrt wie die Wärme, so ist

$$z = y : r$$

folglich

$$\int dy = \frac{y dx}{r} + v dx.$$

Daher auch

$$\int \frac{dy}{y} = \frac{dx}{r} + \frac{v dx}{y}.$$

§ 213. Es sey nun die Wärme der obern Luft =  $e$  und man setze

$$r = e + s$$

so ist  $s$  besonders des Winters in Vergleichung mit  $e$  sehr klein. Wir haben also:

$$\int \frac{dy}{y} = \frac{dx}{e+s} + \frac{v}{y} dx,$$

oder

$$\int \frac{dy}{y} = \frac{dx}{e} - \frac{s dx}{e+es} + \frac{v}{y} dx.$$

§ 214. Stellt nun  $v$  nur die Dichtigkeit der gröbern Dünste vor, und alle die, welche der Dichtigkeit der reinen Luft proportional bleiben werden, mit zu der reinen Luft gerechnet, (§ 36. seqq.) so haben wir oben schon gesehen, daß  $v$  nur alsdenn merklich wird, wenn  $x$  sehr klein ist (§ 87. seqq.) folglich ist  $v : y$  ein Bruch, welcher sich mit der steigenden Höhe ungemein schnell verkleinert. Da nun  $s : (cc + cs)$  ebenfalls klein ist, und sehr geschwinde abnimmt, so haben wir folglich die erste Formel (§ 211.) in drey solche Theile vertheilt, davon der erste die übrigen beyden weit überwiegt, und auch diese noch müssen von einander abgezogen werden, wodurch die Irregularität, welche von der Wärme und den Dünsten herührt, fast ganz gehoben wird. (§ 38.) Ueber dieß lassen sich die zwey Hauptglieder der Gleichung integriren, und man hat :

$$\int \log \frac{1}{y} = \frac{x}{c} - \frac{1}{c} \int \frac{s dx}{c+s} + \int \frac{v}{y} dx + \text{Const.}$$

§ 215. Ließen sich die beyden letzten Integralgrößen dieser Gleichung ganz aufheben, so würde

$$\int \log \frac{1}{y} = \frac{x}{c},$$

bleiben, und folglich Mariottens Regel vollkommen statt haben. Man sieht aber hieraus, wie wenig von derselben abgeht, wie wir es oben schon vermuthet haben. (§ 28.) Denn da der Unterschied der beyden letzten Glieder eine Kleinigkeit betreffen muß, so wird die Höhe  $x$ , die man aus der Barometerhöhe  $y$  nach Mariottens Gesetz findet, um eine geringe Anzahl von Toisen vermehrt oder vermindert, je nachdem das positive oder das negative Integral größer ist.

§ 216. Es ist aber leicht zu erachten, daß das letztere Statt finde, weil die Dichtigkeit der gröbern Dünste ungleich geschwinde abnimmt,

abnimmt, als die Wärme. Denn dadurch wird die untere Luft merklich mehr zusammen gedrückt, und die Höhe, dadurch man steigen muß, bis das Barometer eine Linie gefallen, wird geringer, als wenn die Luft reiner wäre.

§ 217. Macht man  $y = 1$ , so muß  $x = 0$  werden, und dadurch wird die beständige Größe, welche zu den Integrationen kömmt, bestimmt. Es nimmt also die Größe

$$\text{Const.} - \frac{1}{e} \int \frac{s dx}{c+s} + \int \frac{v}{y} dx,$$

von unten herauf gerechnet, zu. Und man kann zum voraus sehen, daß sie sich einer beständigen Größe immermehr nähert, je größer  $x$  wird. Denn in der höhern Luft hören die größern Dünste vollends auf, und die Wärme wird beständiger.

§ 218. Aus dieser Betrachtung habe ich für diese Größe eine Hyperbel angenommen, und dieselbe so bestimmt, daß die ganze Formel den richtigsten Observationen, die ich habe finden können, ein zureichendes Genügen thäte, und gleichsam zwischen den Kleinern Irregularitäten, denen die Observationen selbst unterworfen sind, das Mittel hielte. (S 24. 25.) Denn es ist leicht zu erachten, daß dieses alles ist, was man in dieser Sache erhalten kann, wenn man nur auf die Fehler denkt, denen sowohl die Ausmessung der Höhe der Berge, als die Observationen des Barometers selbst unterworfen sind.

§ 219. Die gemessenen Höhen der Berge, die ich dabey zum Grunde legte, sind diejenigen, die ich in dem Tractat *Les propriétés remarquables de la Route de la Lumiere par les airs &c.* von den Fehlern befreyt habe, welche die Strahlenbrechung verursacht. Auf verschiedene derselben hat der ältere Casini das Barometer gebracht,

bracht, und dessen Höhe mit derjenigen verglichen, die das Barometer zu gleicher Zeit entweder an der Meeresfläche oder zu Paris hatte. Diese Barometerhöhen brachte ich auf die mittlere, indem ich die Höhe am Meere beständig 28 Zolle setzte. Die Beobachtungen selbst sind im Jenner, Hornung, und März gemacht worden. Ueber dieß sind die Höhen der Orter, wo diese Observationen geschehen, sehr verschieden, und steigen stufenweise von dem Meere, bis auf 1425 Toisen, welches ich hier aus gedoppelten Gründen anmerke. Denn einmal haben verschiedene und Mariotte selbst zu Verfertigung ihrer Tabellen dieses aus der Acht gelassen, und aus dem Fall des Barometers in einer sehr kleinen Höhe, z. E. auf einem Glockenthurme, den Fall desselben auf jeden andern Höhen schließen wollen; welches auch alsdann nicht zuverlässig seyn würde, wenn das Gesetz, nach welchem sich dieser Fall richtet, ganz einfach, unveränderlich und vollkommen bekannt wäre. Denn da das Barometer in so geringen Höhen nur wenige Linien fällt, und dennoch jede Linie am Barometer in 70 und mehr Schuhe muß getheilt werden, so ist leicht zu begreifen, daß dabey solche Fehler vorgehen können, welche auf das ganze verbreitet ungemein merklich werden müssen.

§ 220. Der andere Grund ist dieser, daß, wenn die Formel mit Observationen von so merklichen und so verschiedenen Höhen dennoch auf eine erträgliche Art übereinstimmt, und zwischen denselben das Mittel hält, diese Formel, in so weit es den Gebrauch derselben betrifft, eben den Dienst thut, den die wahre Formel thun würde, wenn sie dieselbe, ungeachtet aller kleinern Abweichungen, die hier vorkommen, ans Licht gebracht werden wird. Bis dahin kann man es um so viel ehender bey einer solchen Formel bewenden lassen, und sie gebrauchen, als sich in der Naturlehre sehr selten an eine geometrische Schärfe gedenken läßt. Uebrigens soll diese Be-

trachtung keinen Grund zur Trägheit abgeben, und es wird immer nützlich seyn, wenn anstatt der Formel, die ich bloß nach den Erfahrungen einrichten werde, die wahre gefunden werden kann.

§ 221. Die Observationen selbst, die ich in angezogenem Tractate in einer Tabelle vorgestellt habe, sind folgende:

Namen des Ortes.	Barom. Höhe.	Höhe des Ortes Toisen.
Rodes.....	25 8	361, 8
Mallanne.....	25 4	408, 3
Rupeyroux.....	25 $1\frac{1}{2}$	446, 3
Bugarac.....	24 $1\frac{1}{2}$	628, 4
Puy deDome....	23 $2\frac{1}{2}$	789, 1
LaCoste.....	23 2	807, 4
La Courlande...	23 2	801, 3
St. Barthelemi..	21 $0\frac{1}{2}$	1225, 4
Mouffet.....	20 $10\frac{2}{3}$	1228, 0
Le Canigou.....	20 $0\frac{1}{2}$	1424, 5

§ 222. Diese Barometerhöhen habe ich in Linien verwandelt, und davon die Logarithmen genommen, und sie sämmtlich von dem Logarithmo von 336 Linien, als der mittlern Barometerhöhe am Meere, abgezogen. Da ich nun von den Ueberresten die drey letzten Zahlen weg lies, so sah ich, daß die übrigen beynähe die Höhe des Ortes in Toisen vorstellten, daß aber dennoch der Unterschied bey den größern Höhen merklich wurde, und bey dem Canigou bis auf 28 Toisen anwuchs. Da ich also sah, daß es einer kleinen Verminderung bedurfte, (§ 216.) so bestimmte ich dadurch die angenommene Hyperbel, (§ 218.) und die ganze Formel wurde endlich so eingerichtet.

§ 223. Es sey die Höhe des Barometers am Meere =  $a$  Linien, in der Höhe  $x = y$  Linien, und die Höhe  $x$  werde in Toisen ausgedrückt: so ist

$$10000 \log \frac{a}{y} = x + \frac{43(336-y)}{43+(336-y)}$$

z. E. es sey  $y = 25'' = 300'''$ , so ist:

$$\log a = \log 336 = 2,5263393$$

$$\log y = \log 300 = 2,4771212$$

$$10000 \log \frac{a}{y} \dots\dots = 492,181$$

$$\text{Ferner } \frac{43 \cdot 36}{43+36} = 19,6$$

$$\text{Daher } x = 10000 \log \frac{a}{y} - \frac{43 \cdot (336-y)}{43+(336-y)} = 472,6.$$

§ 224. Diese Formel habe ich mit folgenden Observationen verglichen:

Namen des Orts.	Barom.-Höhe.	Berechnete Höhe.	Gemessene Höhe.	Unterschied.
Clairret in Provence	26 $2\frac{1}{2}$	272,9	277,0	— 4,1
Rodes . . . . .	25 8	361,1	361,8	— 0,7
Massanne . . . . .	25 4	416,5	408,3	+ 8,2
Rupeyroux . . . . .	25 $1\frac{1}{2}$	451,5	446,3	+ 5,2
Bugarac . . . . .	24 $1\frac{1}{2}$	624,7	628,4	— 3,7
Puy de Dôme . . . . .	23 $2\frac{1}{2}$	790,7	789,1	+ 1,6
La Coste . . . . .	23 2	798,4	807,4	— 9,0
La Courlande	23 2	798,4	801,3	— 2,9
St. Barthelemi	21 $0\frac{1}{2}$	1212,6	1225,4	— 12,8
Mouffet . . . . .	20 $10\frac{1}{2}$	1244,8	1228,0	+ 16,8
Le Canigou . . . . .	20 $0\frac{1}{2}$	1422,9	1424,5	— 1,6

§ 225. Ueber diese Vergleichung ist folgendes anzumerken: Erstlich sind die Barometerhöhen auf diesen Bergen ein einzigesmal observirt worden, und daher auch die Höhe derselben aus einer einzigen Observation berechnet. Dieser Umstand macht, daß es ein Stück ist, daß die Unterschiede zwischen der gemessenen und berechneten Höhe jedes Ortes nicht größer sind. Denn wir haben oben

(§ 164.) aus der Vergleichung der Barometerhöhen zu Basel und Ferriere gesehen, daß die Unterschiede nicht beständig sind, sondern sich im Jenner 1756. von 25,2 Linien bis auf 29 Linien verändert haben. Die kleinern Unterschiede kamen seltener und nur bey starkem Regenwetter vor, und es ist nicht vermuthlich, daß die hier angeführten Berge bey solchem Wetter von Casini, La Hire und den übrigen Observatoren bestiegen worden; weil sie darauf noch andere Observationen zu machen hatten, welche eine stillere Luft und schönere Wetter erforderten. Auf etlichen derselben maß Casini die scheinbare Vertiefung des Meerhorizontes, wozu weder Winde noch trübes Wetter dienen. Ueber dieß sehen wir aus erstbemeldter Vergleichung, (§ 164.) daß die mittlern Unterschiede und die derselben näher sind, weit am häufigsten vorkommen, und dieses macht das Glück, davon wir erst geredet haben, möglicher und weniger selten. Indessen scheint es bey dem Mouffet und St. Barthelemi in so weit gefehlt zu haben, daß der Fall des Barometers auf dem ersten um eine Linie geringer, bey dem letztern aber um  $\frac{1}{2}$  Linien größer hätte seyn können, wenn anderst selbst die gemessenen Höhen bis auf etliche Toisen richtig sind, woran man nach der Untersuchung, die ich an angezogenem Orte (§ 219.) darüber angestellt, allerdings noch zweifeln kann.

§ 226. Da dessen unerachtet die angegebene Formel

$$x = 10000 \log \frac{a}{y} - \frac{43 \cdot (336 - y)}{43 + 336 - y}$$

zwischen allen diesen Observationen das Mittel hält, so wird sie unter behörigen Umständen die Höhe des Ortes aus dem Fall des Barometers zureichend genau geben. Die europäischen Berge sind ohnedas mehrentheils niedriger als der Canigou, und außer den schweizerischen Alpen wird man nicht leicht andere finden, wo das Barometer unter 20 Zolle fielt. Wenn also diese Formel ohne alle

Theorie

Theorie schlechterdings nach den vorhin angeführten Observationen eingerichtet wäre; so würde sie in Absicht auf den Gebrauch bis zur Entdeckung der wahren Formel zur Ausmessung der Berge gute Dienste thun.

§ 227. Sie ist aber nicht ohne alle Theorie. Das mariottische Gesetz, von dem wir oben genugsam gezeigt haben, daß es in der höhern Luft anfangs allein Statt zu haben, macht auch in der Formel das wichtigste Stück aus, und die Verbesserung, die es in der untern Luft leidet, betrifft eine Kleinigkeit, die wir aus den Erfahrungen nachgeholt haben.

§ 228. Die Umstände, unter welchen die Formel gebraucht werden kann, sind folgende. Einmal da die Unterschiede zwischen den Barometerhöhen an zweyen gleichen Orten veränderlich sind, so wird man der Wahrheit allerdings näher kommen, wenn man aus mehrern das Mittel nimmt. Das Mittel aus der größten und kleinsten ist nicht zureichend, theils weil sich dieselben sehr selten ereignen, vornehmlich aber weil es von dem Mittel aus mehrern verschieden ist, weil die kleineru Barometerhöhen seltener sind. (§ 181.)

§ 229. Nimmt man das Mittel aus sehr wenigen, so sind die Regentage dabey verdächtig, besonders wenn an denselben das Barometer tief unter die mittlere Höhe herabfällt. (§ 169. seqq.) Es fällt an den untern Orten viel tiefer als an den höhern, und macht daher den Unterschied geringer, als er seyn sollte.

§ 230. Da man ferner bey diesen Ausmessungen immer Observationen, die an zweyen Orten zugleich gemacht worden, haben muß; so sind diejenigen Tage die dienlichsten, an welchen das Ba-

rometer bey der mittlern Höhe, und einige Tage in Ruhe gestanden. Diesen Umstand muß man sich vorzüglich merken, wenn man die Gelegenheit nicht hat, viele Observationen nach einander anzustellen.

§ 231. Endlich ist unsere Formel nach solchen Observationen eingerichtet, welche sämmtlich in den Wintermonaten gemacht worden. Sie bedarf folglich für die Sommermonate einige Verbesserung, die wir folgender Gestalt vornehmen wollen. Wir haben oben gesehen, daß die mittlere Barometerhöhe an der Meeresfläche durch alle Monate beständig ist. (§ 99.) Hingegen ändert sich dieselbe auf den Bergen, und auf dem Gottharde ist sie (§ 106.) des Winters um 3 Linien geringer als des Sommers. Und folglich

im Winter 21" 6"  
im Sommer 21" 9."

In den übrigen Monaten wächst sie nach den Ordinaten der krummen Linie in der 7ten Figur. Den Grund von dieser Veränderung haben wir oben (§ 59.) aus dem mariottischen Gesetze und der zunehmenden Wärme hergeleitet, und gefunden, daß dadurch jede Barometerhöhe in dem Sommer an einem höhern Orte Statt haben muß, als im Winter; und daß diese Höhe des Ortes von der Meeresfläche an gerechnet, um einen proportionalen Theil zunimmt. Nun ist die mittlere Höhe des  $\text{z}$  auf dem Gotthard im Winter 21" 6". Daher vermög unserer Formel die Höhe des Gotthards selbst 1119,7 oder 1120 Toisen. Hingegen ist die mittlere Höhe des Sommers 21" 9". Wenn wir demnach die Höhe des Ortes durch unsere Formel suchen, an welchem das Barometer im Winter bey 21" 9" seine mittlere Höhe hat, so finden wir 1069,9 oder 1070 Toisen, und daher um 50 Toisen geringer als die vorige. Man sieht also leicht, daß wenn man nach unserer Formel die Höhe des Gotthards aus der mittlern Sommerhöhe des Barometers hätte schließen

schließen wollen, man nur 1070 Toisen würde gefunden haben, und daß sie folglich in der Verhältniß wie 1070 zu 1120 oder wie 1000 zu 1047 hätte vergrößert werden müssen. In eben dieser Verhältniß müssen alle übrigen Höhen vergrößert werden, wenn man unsere Formel bey den mittlern Barometerhöhen des Sommers gebraucht.

§ 232. Da die Ordinaten in der 7ten Figur die monatliche Aenderung dieser Verhältniß vorstellen, so habe ich den Unterschied der größten und kleinsten dem Unterschiede  $1047 - 1000 = 47$  gleich gemacht, oder denselben in 47 Theile getheilt, und nach diesem Maaße die Zunahme der übrigen Ordinaten bestimmt. Hieraus ist folgende Tabelle erwachsen:

Monat	Verhältniß	Monat	Verhältniß
Jan.	1000	Jul.	1047
Febr.	1003	Aug.	1043
Mart.	1010	Sept.	1036
April	1019	Oct.	1027
Mai	1029	Nov.	1016
Jun.	1038	Dec.	1007

§ 233. Der Gebrauch dieser Tabelle ist aus erstgesagtem klar. Man nehme die mittlere Höhe des Barometers in einem beliebigen Monate, und berechne nach unserer Formel die Höhe des Ortes daraus. Diese muß nach Verhältniß der Zahl, die in dieser Tabelle bey dem Monate steht, zu 1000 vergrößert werden. Z. E. Hat man die mittlere Barometerhöhe vom Augustmonat genommen, so wird die daraus gefundene Höhe des Ortes in der Verhältniß von 1000 zu 1043 vergrößert. Nimmt man die mittlere Höhe von allen Monaten oder von vielen Jahren, so ist die Verhältniß, in welcher die berechnete Höhe des Ortes muß vergrößert werden =  $1000 : 1023$ .

§ 234. Da endlich die Dichtigkeit der Dünste in der untern Luft in verschiedenen Erdstrichen verschieden ist, und vom Aequator gegen die Pole merklich zunimmt (§ 133.) so leidet unsre Formel auch dadurch eine Aenderung, welche aber vornehmlich nur den letztern Theil davon betrifft, den wir dem ersten, so von dem mariottischen Gesetze abhängt, beygefügt haben. Herr Bouguer hat für die peruvianische Luft eine Tabelle gegeben, welche Herr D. Bernoulli in die Acta Helvetica einrücken lassen, und tiefsinnige Betrachtungen darüber angestellt hat. Wenn man eine solche Tabelle auch für die schwedischen Gebirge hätte, so ließe sich aus deren Vergleichung etwas allgemeines daraus schließen. Da sie aber noch fehlet, so werden wir unsere Formel schlechthin auf die Berge einschränken, für welche sie gemacht ist, die nämlich in den Erdstrichen liegen, welche vom Aequator und dem Nordpole gleich weit entfernt sind.

§ 235. Nach diesen vorläufigen Anmerkungen werde ich nun die aus obiger Formel berechnete Tabelle hieher setzen, wie ich sie in den Propriétés remarquables de la Route de la Lumière &c. gegeben, und umständlicher zu erläutern versprochen habe. Sie stellt die mittlern Höhen des Barometers im Winter, und die entsprechende Höhe des Ortes in Toisen vor, beydes Pariser Maas, wie es in dieser ganzen Abhandlung gebraucht worden. Vergleicht man diese Tabelle mit des Herrn Bouguer seiner, so wird man leicht finden, daß sie in größern Höhen damit ziemlich überein trifft, und daher neuerdings den Schluß machen, daß alle Irregularitäten, so von der Wärme und den Dünsten herrühren, nur in der untern Luft merklich sind, wie wir dieses oben aus andern Erfahrungen gefunden haben.

Von Barometerhöhen und Veränderungen. 177

Barometer. " "	Loisen.	Barometer. " "	Loisen.	Barometer. " "	Loisen.
27 II	12,0	24 II	487,0	21 II	1037,1
— 10	24,1	— 10	501,2	— 10	1053,5
— 9	36,3	— 9	515,5	— 9	1069,9
— 8	48,6	— 8	529,8	— 8	1086,4
— 7	60,9	— 7	544,3	— 7	1103,0
— 6	73,3	— 6	558,8	— 6	1119,7
— 5	85,7	— 5	573,4	— 5	1136,4
— 4	98,2	— 4	588,0	— 4	1153,2
— 3	110,8	— 3	602,7	— 3	1170,1
— 2	123,3	— 2	617,4	— 2	1187,1
— 1	136,0	— 1	632,1	— 1	1204,1
27 0	148,7	24 0	646,9	21 0	1221,2
26 II	161,4	23 II	661,8	20 II	1238,4
— 10	174,4	— 10	676,8	— 10	1255,6
— 9	187,4	— 9	691,8	— 9	1272,9
— 8	200,4	— 8	706,8	— 8	1290,3
— 7	213,5	— 7	721,9	— 7	1307,7
— 6	226,5	— 6	737,1	— 6	1325,2
— 5	239,7	— 5	752,3	— 5	1342,7
— 4	252,9	— 4	767,6	— 4	1360,4
— 3	266,2	— 3	783,0	— 3	1378,2
— 2	279,6	— 2	798,4	— 2	1396,0
— 1	293,1	— 1	813,9	— 1	1413,9
26 0	306,6	23 0	829,5	20 0	1431,8
25 II	320,1	22 II	845,0	19 II	1449,8
— 10	333,7	— 10	860,7	— 10	1467,9
— 9	347,3	— 9	876,4	— 9	1486,1
— 8	361,1	— 8	892,2	— 8	1504,4
— 7	374,8	— 7	908,1	— 7	1522,8
— 6	388,7	— 6	924,0	— 6	1541,2
— 5	402,5	— 5	940,0	— 5	1559,7
— 4	416,5	— 4	956,1	— 4	1578,3
— 3	430,5	— 3	972,2	— 3	1597,0
— 2	444,6	— 2	988,3	— 2	1615,7
— 1	458,7	— 1	1004,5	— 1	1634,5
25 0	472,8	22 0	1020,8	19 0	1652,5

Barometer.	Loisen.	§ 236. Ich habe diese Tafel, welche auf die mittlere Winterhöhe des Barometers gerichtet ist, nicht auf die mittlere Höhe desselben, aus vielen Jahren genommen, bringen wollen; sonst hätten die Loisen sämmtlich müssen in einer gewissen Verhältniß vermehrt werden. (§ 233.)
18 6	1768,0	Da aber diese Aenderung allerdings schicklicher gewesen wäre, so wird nöthig seyn, die Gründe anzuzeigen, warum ich sie dennoch unterlassen habe.
18 0	1887,4	
17 6	2009,3	
17 0	2134,8	
16 6	2264,0	
16 0	2397,3	
15 6	2534,9	
15 0	2677,0	
14 6	2824,0	
14 0	2976,2	

§ 237. Einmal ist die Correction, die ich vorhin für jeden Monat gegeben, (§ 232.) noch verschiedenen Zweifeln unterworfen. Da sie aus den scheuchzerischen Observationen auf dem Gottharde hergeleitet ist, wider welche ich oben (§ 101. seqq.) verschiedenes erinnert habe, so gilt ein Theil dieser Erinnerung auch hier. Es kömmt vornehmlich auf die Güte und Richtigkeit des Barometers an, welches Scheuchzer auf dem Gottharde gelassen. (§ 103.) Denn von diesem haben wir die mittlern Höhen genommen. (§ 105.) Ueber dieß sind diese mittlern Höhen nur von 3 Jahren, und daher kann man noch verschiedene kleine Abweichungen darinn vermuthen, weil es ein genaues Barometer und mehrere Jahre erfordert hätte.

§ 238. Sodann ist die Correctionstafel für jede Monate (§ 233.) aus dem mariottischen Gesetze allein hergeleitet, welches eine gleiche Vermehrung der Wärme durch alle Lufthöhen voraus setzet. Wenigstens muß diese Vermehrung in jeden Höhen proportional seyn. Ungeachtet nun dieses vermuthlich ist, so läßt es sich doch zur Zeit noch nicht beweisen.

§ 239. Diese beyden Zweifel haben jeder seinen besondern Einfluß in die monatliche Verbesserung. Der erste kann die gesunden Verhältnisse (§232.) größer oder kleiner machen; welches aber für den Gotthard für jeden Monat auf eine proportionale Art geschieht. Der andere würde diese Verhältnisse, welche wir für jede Höhe beständig gesetzt haben, veränderlich machen, wenn die Wärme vom Winter zum Sommer für jede Höhe in einer andern Verhältnisse, z. E. in der obern Luft weniger als in der untern zunähme. Und eben dieses ist von der verschiedenen Vertheilung der Dünste zu merken.

§ 240. Das Gesetz, nach welchem sich diese beyden Veränderungen richten, welche den Fall des Barometers in der untern Luft ungleich machen, ist noch völlig unbekannt, und beyde verwirren einander so, daß sie nicht leicht durch Erfahrungen können von einander getrennt werden. So z. E. kann im Sommer die Fläche eines Berges von den Sonnenstralen in einem Tage merklich erwärmt werden. Die daran stoßende Luft nimmt diese Wärme an: allein da die entferntere Luft nicht so warm ist, so breitet sich diese Wärme geschwind aus, und man kann folglich aus dem Grade des Thermometers auf den Bergen nicht auf die mittlere Wärme einer Luftschichte von gleicher Höhe schließen. Durch den Fall des Barometers würde es geschehen können, wenn keine Dünste da wären, welche diesen Fall ungleicher und stärker machten, als er bey reiner Luft seyn sollte.

§ 241. Aus Gründen lassen sich hier, wie in allen übrigen Fällen, wo die Sache noch ganz verborgen liegt, nur Muthmaßungen anbringen. Es scheint, daß man in der Naturlehre fast überhaupt bey diesen den Anfang machen müsse, bis man durch öfteres Straucheln festere Tritte gehen lernt. Ich werde daher folgende

Betrachtungen, die mir hierüber eingefallen, für nichts anders ausgeben, und sie dem Urtheile des Lesers überlassen.

§ 242. So viel man aus Versuchen weiß, folgt die Wärme einer doppelten Richtung. Einmal zieht sie sich in die Höhe, und sodann auch gegen die kältern Oerter. Jenes leitet man von der Leichtigkeit und dieses von der Schnellkraft des Feuers her. In der Luft kommen beyde Ursachen zusammen, weil die obere Luft kälter ist. Die Wärme der Erdofläche muß sich also aus gedoppelten Gründen in die Höhe ziehen.

§ 243. Ferner ist die Wärme überhaupt der Dichtigkeit der Feuertheilchen proportional. Man kann daher sehen, daß dieselben in der untern Luft dichter und näher beysammen seyn müssen, als in der obern.

§ 244. So lange die Erdofläche gleich warm bleibt, kann man annehmen daß in gleicher Zeit eine gleiche Menge Feuertheilchen aus derselben in die Höhe steigen, um die vorhergehenden wieder zu ersetzen. Da nun zumal bey stiller Luft, die Richtung derselben gerade in die Höhe geht, so kann diese Richtung als parallel angesehen werden. Hieraus folgt nun, daß sich die Dichtigkeit der Feuertheilchen ihrer horizontalen Lage nach nicht ändert, so lang immer gleich viel aus der Erdofläche aufsteigen. Ist demnach diese Dichtigkeit in der obern Luft geringer als unten, so müssen die aufsteigenden Feuertheilchen der Höhe nach sich immer mehr voneinander entfernen, und daher die Geschwindigkeit des Aufsteigens immer zunehmen.

§ 245. Man stelle sich hiebey vor, daß man von einem hohen Thurme jede Secunde eine Kugel fallen lasse, so läßt sich aus der Theorie vom Falle der Körper leicht erweisen, daß sie sich je länger je mehr von einander entfernen, und daß diese Entfernung von oben an zunimmt, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11.

§ 246. Nimmt man an, daß die Feuertheilchen deswegen aufsteigen, weil sie leichter sind als die Luft, so wird sich daraus leicht erweisen lassen, daß ihre Geschwindigkeit eben so zunehmen müsse, als die von einer Luftblase, die aus dem Wasser in die Höhe steigt. Der Unterschied wäre, daß die Luftblase von der Ruhe anfängt, hingegen die Feuertheilchen schon bey dem Aufsteigen aus der Erdoberfläche einen Grad der Geschwindigkeit haben, zu welchem in der Luft noch mehrere hinzu kommen.

§ 247. Nimmt man ferner an, die Elasticität der Feuertheilchen nehme mit ihrer Dichtigkeit ab, so ist sie unten stärker als oben, und jedes Feuertheilchen wird von den untern stärker in die Höhe gedrückt, als die obern widerstehen. Daher muß auch aus diesem Grunde die Geschwindigkeit im Heraufsteigen zunehmen, und ihre Dichtigkeit oben geringer werden.

§ 248. Ueber dieß ändert auch die verschiedene Dichtigkeit der Luft hierinn etwas. Haben die Feuertheilchen Mühe, durch die Luft durchzudringen, so halten sie sich in der untern Luft desto länger auf, und ihre Dichtigkeit wird dadurch vermehrt: hingegen wird sie vermindert, wenn man annehmen kann, daß ihre Bemühung, sich in die Höhe zu ziehen, desto größer ist, je schwerer und folglich je dichter die Luft ist.

§ 249. Man wird auf ähnliche Sätze verfallen, wenn man setzt, daß die Wärme nicht in einer besondern Bewegung der Feuertheilchen bestehe, die wirklich ihren Ort ändern, sondern nur in einer zitternden Bewegung einer flüssigen Materie, die sich aller Orten befindet.

§ 250. Da sich aber hierinn nichts Zuverlässiges bestimmen läßt, so wollen wir anstatt eines Exempels annehmen, daß die Geschwindigkeit der aufsteigenden Feuertheilchen nach eben dem Gesetze zunehme, nach welchem der Fall der Körper beschleunigt wird, und

folglich in Verhältniß der Quadratwurzel des durchlaufenen Raumes von der Ruhe an gerechnet. Da die Feuertheilchen bey dem Aufsteigen aus der Erdoberfläche schon einen Grad der Geschwindigkeit haben, so laßt uns unter derselben eine gewisse Tiefe annehmen, von welcher das Feuertheilchen hätte herauf steigen müssen, um diese Geschwindigkeit zu erlangen. Und diese Tiefe sey =  $a$ . Man setze ferner jede Höhe über der Erdoberfläche =  $x$ , so sind die Geschwindigkeiten in Verhältniß der Quadratwurzeln  $\sqrt{a} : \sqrt{a+x}$ , und diese sind umgekehrt wie die Wärme. (§ 244. 243.)

§ 251. Man rechne die Grade der Wärme nach dem Luftthermometer. Dieser sey unter dem Aequator am Meer bey 1080, in der Höhe von 2000 Toisen bey 900  $\gamma$  so ist

$$\begin{aligned} x &= 2000. \\ \sqrt{a} : \sqrt{a+x} &= 900 : 1080 = 5 : 6 \\ a &= 4545. \end{aligned}$$

§ 252. Es sey in Europa die Wärme am Meere temperirt, oder = 1000. Und man solle die Höhe  $x$  finden, wo die Wärme nur noch 900 ist: so hat man

$$\begin{aligned} a &= 4545 \\ \sqrt{a} : \sqrt{a+x} &= 900 : 1000 \\ x &= 1066. \end{aligned}$$

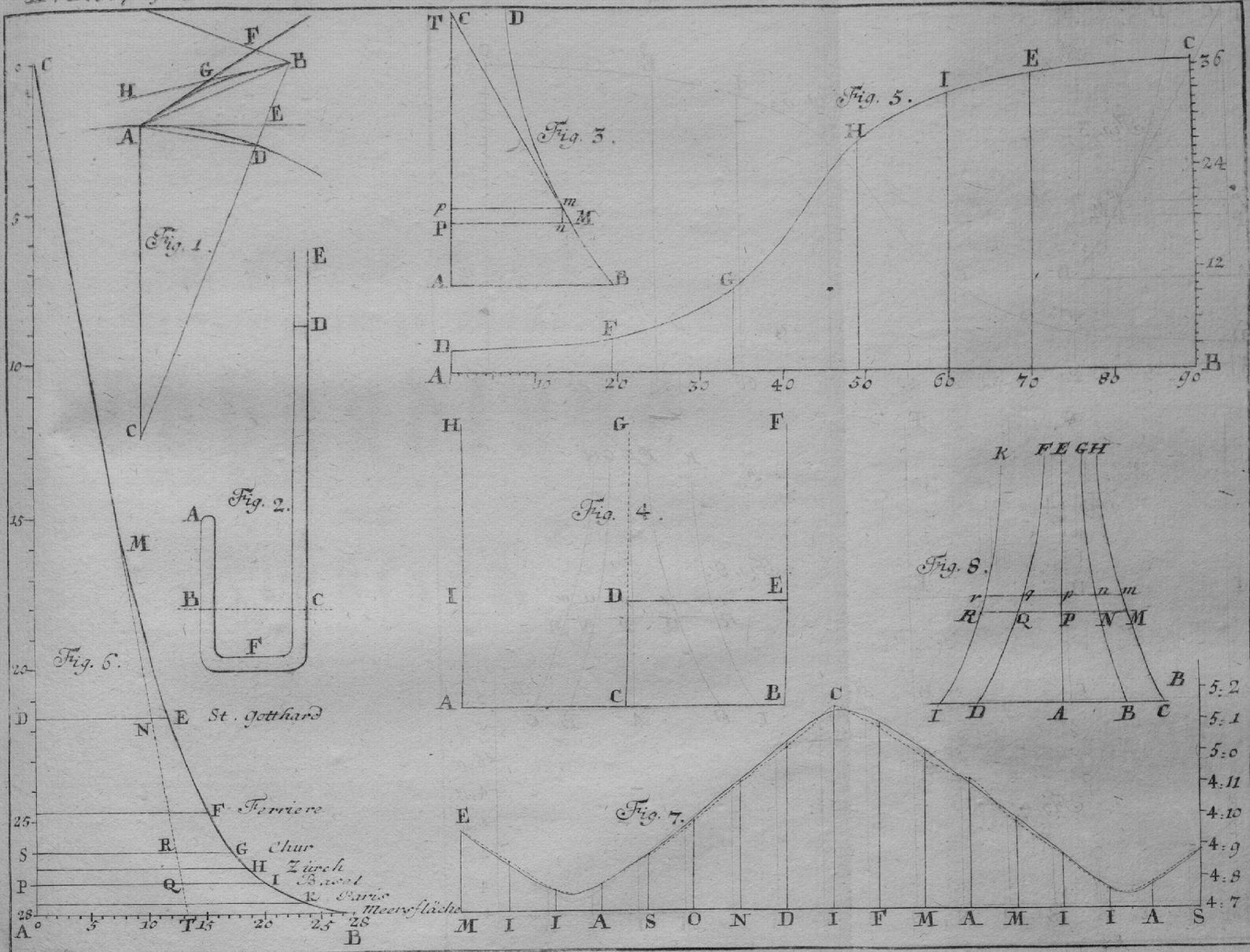
Daher wäre es in Europa bey temperirter Wärme in der Höhe von 1066 Toisen über dem Meere eben so kalt, als es unter dem Aequator in der Höhe von 2000 Toisen ist.

§ 253. Eben so wenn im Winter das Luftthermometer bey 950 Graden steht, findet man

$$\begin{aligned} a &= 4545 \\ \sqrt{a} : \sqrt{a+x} &= 900 : 950 \\ x &= 519 \text{ Toisen.} \end{aligned}$$

In dieser Höhe würde also das Luftthermometer bey 900 Gr. seyn.

P. Cla



\*