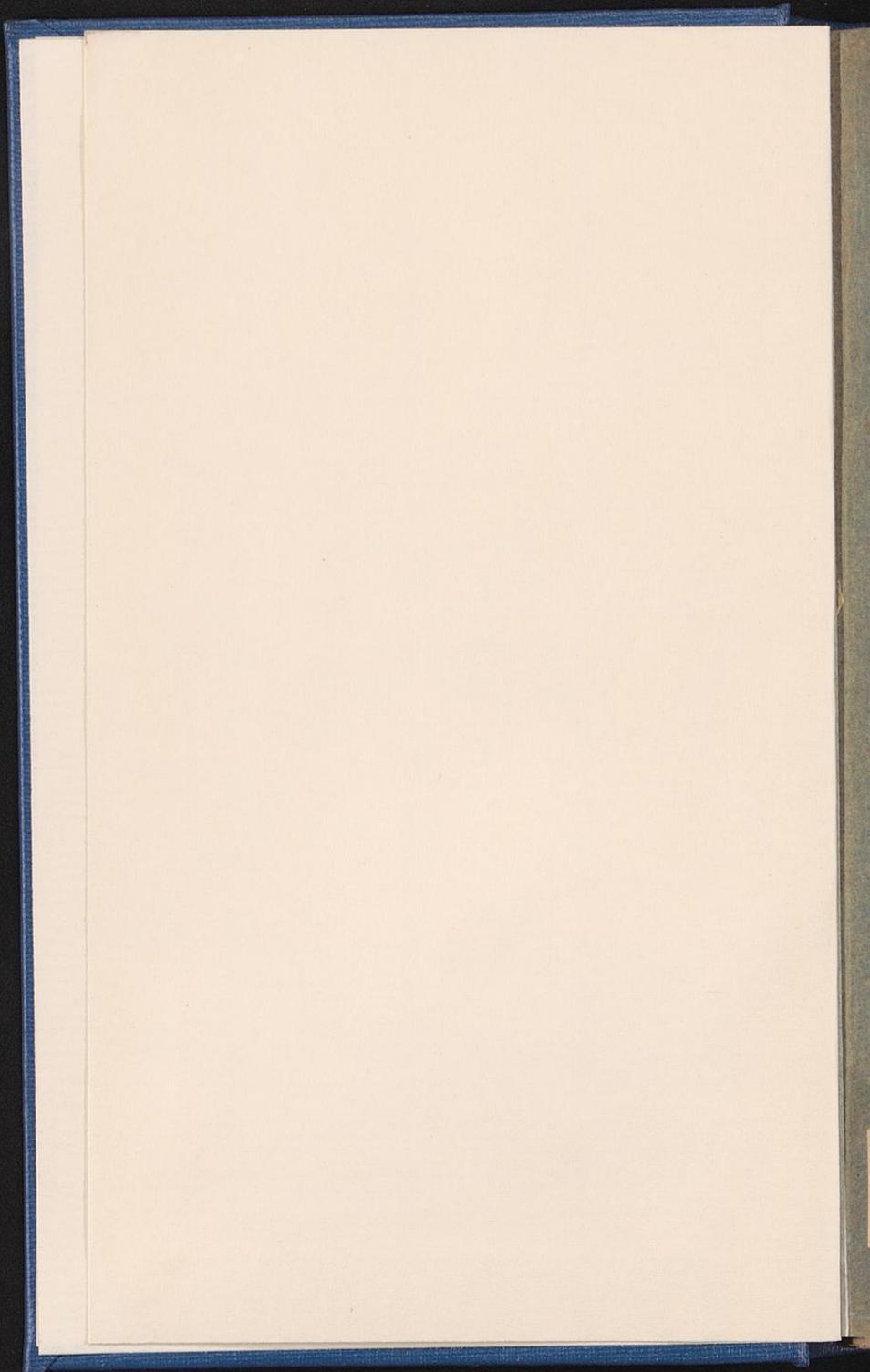


+4055 174 01



Hörner.

✻
Benz.
1170

81113.483



+4055 174 01

1170

Anleitung

zur Verfertigung übereinstimmender

Thermometer und Barometer,

für

Künstler und Liebhaber dieser Instrumente.



Nebst einem Anhange,

die Beschreibung einer vortheilhaft beurtheilten,
vom Verfasser gefertigten Luftpumpe
und zweier Wagen enthaltend

von

D. Friedrich Körner,

Großherzoglich Sächsischem Hofmechanikus und der mineralogischen
Gesellschaft zu Jena Mitgliede.



Mit 8 Kupfertafeln.

Jena,

Bei August Schmid.

1824.

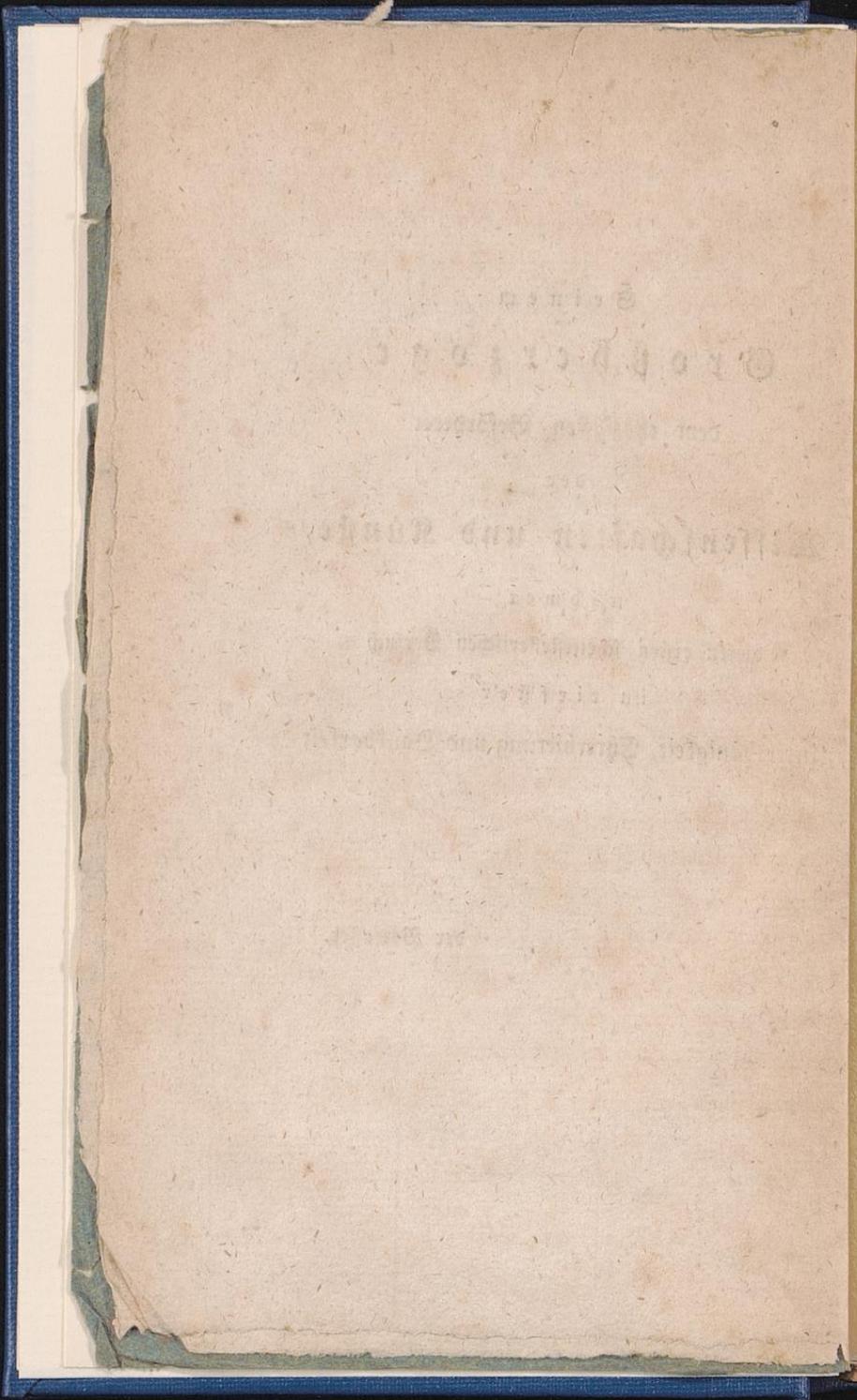
Benz. 1740



4055 174

Seinem
Großherzoge,
dem thätigsten Beförderer
der
Wissenschaften und Künste,
widmet
diesen ersten schriftstellerischen Versuch
in tiefster
Unterthänigkeit, Ehrerbietung und Dankbarkeit

der Verfasser.



V o r r e d e.

Außer der Chemie scheint gegenwärtig die Meteorologie mit einer früher nicht angewandten Aufmerksamkeit betrachtet und behandelt zu werden, das beweisen nicht nur die eignen über die Materie erschienenen und noch erscheinenden Schriften, sondern auch, daß meteorologische Beobachtungen in wissenschaftlichen Zeitschriften einen stehenden Artikel bilden, ja, daß selbst politische Zeitungen Auszüge der Beobachtungen regelmäßig folgen lassen. Die rechnenden Meteorologen fragen jetzt gewöhnlich mit lobenswerthem Eigensinn nach Form, Einrichtung und Verfertiger der Instrumente, um hieraus, so viel es möglich ist, auf die Güte der

Instrumente, und daher auf die der Beobachtungen schließen zu können.

Aus den Zeiten meiner Ausbildungsreisen weiß ich, daß die Mehrzahl der Mechaniker, oder besser, mathematischen und physikalischen Instrumentmacher die Thermometer bis zur Scale vollendet, von Italiänern und Glasbläsern kaufen, welche aus Geiz auf ein Stückchen Glasröhre es mit der Calibrirung öfters nicht genau nehmen, wie mich die Erfahrung erst kürzlich mit der Röhre eines aus einer sehr in Ruf stehenden Werkstatt ausgegangenen Thermometers belehrt hat. Die Mechaniker die ihre Instrumente von Anbeginn selbst machen, vernachlässigen häufig die Correctionen, die bei Bestimmung der festen Punkte zu machen nothwendig sind, beide aber, Glasbläser und die Mehrzahl der Mechaniker, sind noch häufig wegen Vorherbestimmung der Kugelgrößen in Ungewißheit. Rahmhafte Gelehrte haben daher öftentlich die jungen Naturforscher aufgefordert, wenn sie keinen zuverlässigen Künstler in ihrer Nähe haben, sich ihre Instrumente selbst zu ver-

fertigen. Die Luzische Anweisung ist, wie mir gesagt wurde, vergriffen. Die in Hand-, Lehr- und physikalischen Wörterbüchern gegebenen Anweisungen sind unzureichend, und wenn man mein Urtheil nicht als anmaßend betrachten will, selbst, zumal was die Praxis betrifft, unrichtig.

Ich glaubte daher kein unverdienstliches Werk zu unternehmen, als ich vergangenes Semester unsern jungen, sich hier bildenden Naturforschern eine Vorlesung über die Verfertigung des Thermometers und Barometers hielt; zu diesem Zweck mußte ich einige Bogen Hest aufsetzen. Die mehesten meiner Herrn Zuhörer haben recht nette Instrumente machen lernen, welches wohl die Güte der angewandten Methode bezeugen dürfte. Da ich nun nichts über diesen Gegenstand in gedrängter Kürze mit gehöriger Deutlichkeit Geschriebenes, außer das von Luz und de Lüc kenne, so habe ich dem Gesuch den weiter ausgearbeiteten Hest drucken zu lassen nachgegeben, und erwarte vom Urtheil der Kenner eine unparteiische Beurtheilung, wie weit ich in meiner Bemühung glücklich gewesen bin.

Aus dem Werke selbst sieht man, wie genau ich bei der Verfertigung dieser Instrumente verfare, denn dieselben werden in meiner Werkstatt nach den dargelegten Grundsätzen verfertigt. Vor meiner Bekanntschaft mit B i o t s vortrefflichem *Traité de physique experimentale et mathématique* hatte ich mir zu den Correktionen ein anderes Rechnungsformular eingerichtet, jetzt habe ich das meinige mit dem Biot'schen seiner Richtigkeit und Einfachheit wegen verschmolzen, und habe den größten Theil desselben mit den Biot'schen Buchstaben bezeichnet; im Ganzen aber habe ich Biot benutzt.

Die Rechnungen habe ich, meiner jungen Kunstgenossen und des gemeinen Mannes wegen, so deutlich als möglich gemacht, und bin darüber beinahe weitläufig worden, weil ich mich noch recht gut erinnere, wie sauer mir zu der Zeit, als ich anfang Mechanik, und dabei ohne Lehrer, blos mit den Elementen von der Schule ausgerüstet, Algebra zu treiben, ähnliche Rechnungen, die ich ohne Rathgeber und mathematischen Freund füh-

ren mußte, geworden sind. Der Künstler wird rücksichtlich der Vorherbestimmung der Kugelgrößen, der Calibrirung ungleicher Röhren u. s. w. etwas für sich finden. Der Gelehrte und Liebhaber kann sich mit dem Praktischen vertraut machen, für Mißgriffen in Acht nehmen, und die Güte und Brauchbarkeit der angeschafften Werkzeuge darnach beurtheilen, denn selbst in Biots Traité und Gehlers Wörterbuch ist die Fällungsmethode der Thermometer unrichtig angegeben; beiden zu dienen war mein Vorsatz. Wie glücklich ich gewesen bin zu nützen, wird die Erfahrung lehren.

Einige Arten minder bekannter Thermometer, einige von eignem Bau; ein neues portables Barometer, bei welchem viel Nachtheile älterer vermieden sind, welches, so wie die im Anhange beschriebene Luftpumpe und Wage, von Kennern einiges Beifalls gewürdigt worden sind, werden Künstlern nicht ganz unwillkommen seyn.

Diejenigen, welche mechanische Arbeiten fertigen lassen wollen, und gerade keine mechanische

Werkstatt kennen, aus der sie bessere Arbeiten beziehen können, empfehle ich die Meinige, und verspreche Eleganz und Güte mit Billigkeit der Preise zu verbinden. Einen Ueberblick derjenigen Dinge, die von mir zu bekommen sind, giebt das beigedruckte Verzeichniß, womit ich mich dem Wohlwollen meiner Leser empfehle.

Jena, im August 1823.

Der Verfasser.

Inhalt

der §§. bei der Thermometerverfertigung.

- §. 1. Einleitung. Wärmeerscheinungen, Definitionen.
- §. 2. Ausdehnung.
- §. 3. Thermometer und dessen Nutzen.
- §. 4. Kurze Geschichte des Thermometers.
- §. 5. Glasblaslampe und Vöthrohr, Glasblasfisch, Art die Röhren zu ziehen.
- §. 6. Calibriren der Röhren, Gay-Lussacs Methode unkalibrirte Röhren anzuwenden, Berechnung der wahren Grade, aus der Scale der gleichen Volumina.
- §. 7. Methode die Kugeln zu blasen.
- §. 8. Methode aus dem fehlerhaften Fundamentalabstand und Kugel die wahre zu bestimmen.
- §. 9. Bestimmung der thermometrischen Flüssigkeit. Kennzeichen des reinen Quecksilber, Destillation des unreinen.
- §. 10. Methode der Vorherbestimmung der Kugelgrößen.
- §. 11. Füllen und Auskochen der Kugeln, Bestimmung der Länge des Thermometers, Luftleermachen und Zuschmelzen.
- §. 12. Bestimmung des obern festen Punktes und dessen Correctionen.
- §. 13. Bestimmung des untern festen Punktes und dessen Correction.
- §. 14. Beweis der Uebereinstimmung der Thermometer.
- §. 15. Verfertigung des Weingeistthermometers.
- §. 16. Daltons Scale.
- §. 17. Luft- und Differentialthermometer.
- §. 18. Daniels Hygrometer.
- §. 19. Letzte Arbeit, Verfertigung der Scalen, Theilen, Versilbern, Lackiren, Vorschriften zur Versilberung und Lack.
- §. 20. Theilmachine.

- §. 22. Thermometerformen.
 §. 23. Reduction der Scalen auf einander.

I n h a l t

der §§. bei der Barometerverfertigung.

- §. 1. Einleitung.
 §. 2. Veranlassung zur Erfindung, Torricellis Versuch.
 §. 3. Wetterglas.
 §. 4. Geschichte des Barometers.
 §. 5. Reinigen der Röhren, Calibriren, Zuschmelzen, Umbiegen der Röhren.
 §. 6. Füllung der Röhren.
 §. 7. Auskochen, Anfüllen der Gefäße, Befestigung.
 §. 8. Scalen.
 §. 9. Nonius.
 §. 10. Einfaches Schenkelbarometer.
 §. 11. Zusammengesetztes Schenkelbarometer.
 §. 12. Schenkelbarometer mit 2 Scalen.
 §. 13. Nachtheile der Gay Lussacschen Einrichtung.
 §. 14. Gefäßbarometer.
 §. 15. Körners Reisebarometer.
 §. 16. Reductionsmethode.
 §. 17. Graphische Darstellung des Barometerstandes.
 §. 18. Mittlere Höhen und Höhenbestimmungen mehrerer Orte.
 §. 19. Anleitung zum barometrischen Höhenmessen.
 §. 20. Geschichte der Höhenmessungsmethoden, Entwikkelung der de Lücsehen Formel.
 §. 21. Andere Formeln zu Höhenmessungen.
 §. 22. Hypsometrische Tafeln.
 §. 23. Biots Forderungen bei einer Höhenmessung.
 §. 24. Vergleichende Berechnung der Höhe von Göttingen über Mittelburg.
 §. 25. Wollastons Methode der Höhenbestimmung mit dem Thermometer.
 §. 26. Schluß.

Thermometer.

§. I.

Bei Annäherung an das Feuer, oder nicht gar lange von denselben entfernter Körper bekommen wir diejenige angenehme, durch den Sinn des Gefühls wahrnehmbare, Empfindung, die wir Wärme nennen, die, da sie Sache des Gefühls ist, sich nicht weiter beschreiben läßt, sondern selbst empfunden werden muß. Mit dem Wort Feuer verbinden wir immer die Idee von Wärme und Licht; letzteres ist aber bei den Wärmeerscheinungen nicht unbedingt nothwendig, weil, wenn es erzeugt werden soll, der erhitzte Körper eine permanent elastische Flüssigkeit ausstoßen muß, die, wenn die atmosphärische Luft nicht von derselben ausgeschlossen wird, neben der Wärme auch die Lichterscheinungen giebt. Wir fühlen z. E. beyrn Kalklöschn die

Wirkung der Wärme, ohne dabei Licht zu sehen; ein erhitztes Stück Eisen welches noch nicht glüht kann ohne die Begleitung von Licht, Blei schmelzen, Schwefel und Wachs schmelzen und verdampfen machen; Wasser kochen machen und in Dampf verwandeln. Diese Beispiele beweisen, daß man in Gedanken die Wärme von den Lichterscheinungen trennen kann, und um diese Trennung für sich abgefordert zu bezeichnen giebt man der Urkraft der Hervorbringung der Wärme, sey sie was sie wolle, den Namen Wärmestoff oder Wärmethätigkeit. Hieraus folgt; daß man unter dem Wort Wärme weiter nichts verstehen kann, als die Empfindung, welche die Wärmethätigkeit in unsern Organen erzeugt, und die Wirkungen, welche der Wärmestoff sowohl in organischen, als anorganischen Körpern hervorbringt; es ist mit einem Wort der Ausdruck, um allgemein die Wirkungsart der Wärmethätigkeit zu bezeichnen.

Die mathematischen Physiker sehen den Wärmestoff als die unbekante Ursach der Erregung der Wärme an, suchen aus Erfahrungen allgemeine Gesetze aufzufinden und dieselben dem verschiednen Zustand der Körper und Materien anzupassen, das Wort Temperatur bedeutet ihnen dann blos verschiedene Kraftäußerung ein und derselben Ursach.

§. 2.

Die Haupteigenschaft der Wärme ist die Ausdehnung aller Körper, Substanzen und Materien, welche bei Beobachtungen Irrthümer hervorbringen und bei Kunstwerken zerstörend wirken kann. Um sich gegen diese Zerstörungen und Irrthümer sicher zu stellen, muß man die Gesetze und Größe der Ausdehnung aus Erfahrung kennen, muß bei Kunstwerken durch Vorrichtungen dieselbe vernichten oder aufheben, und bei Beobachtungen, durch Rechnungen die Gegenstände der Beobachtungen immer auf einen bestimmten Wärmegrad zurückführen. Beispiele geben uns die Compensatoren an eisernen Brücken und Wasserleitungen, die Krostförmigen Pendel an Uhren, die Compensationsvorrichtungen an Chronometern, die Reduction eines Volums atmosphärischer Luft oder Gases von einem höhern Wärmegrad auf die Temperatur des schmelzenden Eisens oder umgekehrt u. s. w.

§. 3.

Der Maasstab für die Veränderung der Ausdehnung und der Temperaturen ist das Thermometer, dessen Name, wie anderer wissenschaftlicher Werkzeuge aus dem Griechischen entlehnt ist und Wärmemesser bedeutet, welches zwar nicht absolute

Grade der Wärme, aber doch Grade der Vermehrung oder Verminderung derselben anzeigt. Bei dem jetzigen Zustand der Wissenschaft ist dem Naturforscher ein richtiges Thermometer, welches dem Uneingeweihten ein bloßer Gegenstand der Neugierde zu seyn scheint, ganz unentbehrlich; der Techniker gebraucht es jetzt mit Vortheil da, wo er früher das Gefühl der Hand als Maasstab anwendete, der Physiker und Chemiker würde ohne Thermometer nicht zu sichern Bestimmungen wegen des Siedens und der Auflösungsfähigkeit der Flüssigkeiten und der vermehrten und verminderten Raummänge der Gase gelangen; dem Astronomen ist es nöthig bei der Bestimmung der Größe der Refraction, bei Messungen großer Standlinien, um die unter verschiedenen Temperaturen gemessenen Theile auf eine einzige zurückzuführen. Durch dasselbe ist die Grundlage der Theorie der Wärme festgestellt worden; wir verdanken demselben alle Kenntnisse, die wir über thierische Wärme, die durch Athemhöhlen erzeugt und unterhalten wird, haben; durch dasselbe, ist die mittlere Wärme der Orter auf der Erdoberfläche bestimmt worden; es hat uns über die Wärmeabnahme in den obern Regionen der Erdatmosphäre Aufschlüsse gegeben; es hat uns Aufschlüsse gegeben über die

Abnahme der Wärmeintensität vom Aequator bis zu den Polen. Es hat uns die Gesetze der Erscheinungen kennen lernen, wenn Substanzen aus dem Zustand des Festen in den des Tropfbarflüssigen, und aus dem des Tropfbarflüssigen in den des Permanentelastischen und umgekehrt übergehen. Aus dieser beschränkten Aufzählung des Nutzens, welchen das Thermometer geschafft hat und noch schafft, sieht man welche wichtige Ergebnisse einige Tropfen in eine Glasröhre eingeschlossenes Quecksilber hervorgebracht haben, und man wird es hieraus erklärlich finden, daß es die ausgezeichnetsten Gelehrten nicht unter ihrer Würde gehalten haben, dieses kleine Instrument zu vervollkommen, welches noch lange Zeit nach seiner Erfindung mit Fehlern überhäuft war. Die folgenden §§. sollen die Verfertigung dieses Instruments bis zu derjenigen Vollkommenheit, mit welcher es jetzt gemacht werden sollte lehren, nachdem zuvor von der Erfindung an, bis auf jetzige Zeit, von den Verbesserungen in Rücksicht der Scalen gehandelt worden ist.

§. 4.

Die Erfindung des Thermometers fällt um die Mitte des 17ten Jahrhunderts, und wird all-

gemein einem holländischen Landmann, Cornelius Drebbel, zugeschrieben, obgleich einige dieselbe dem Engländer Robert Fludd, dem Galliläi, Paul Sarpi (Fra Paola) beilegen wollen, und obgleich sich der Arzt Sanctorius in Padua selbst für den Erfinder erklärt. Das drebbelsche Thermometer war, wie jede neue Erfindung, sehr mangelhaft. Es soll aus einer Glasröhre mit angeblasener Kugel bestanden haben, welche auf einen gewissen Theil ihrer Höhe mit verdünnten, mit aufgelöstem Messing gefärbten Scheidewasser gefüllt, und in ein gläsern Gefäß, welches eine Quantität dieser Flüssigkeit enthalten, gestellt gewesen seyn. Auf das drebbelsche Thermometer wirkte daher nicht allein die Wärme, sondern auch der Luftdruck; es konnte mit keinem andern dieser Art gleiche Grade, wenn man deren angebracht hätte, bei gleicher Wärme angeben und der Liquor würde bei mäßiger Kälte gefroren seyn.

Diesen Unvollkommenheiten zu begegnen brachten die Mitglieder der Akademie zu Florenz um das Jahr 1660 die erste Verbesserung dieses Instruments zu wege, welches unter dem Nahmen des florentinischen Thermometers noch jetzt bekannt ist. Es besteht aus einer an eine Glasröhre angeblasenen, mit verdünnten, mit Alkannawurzel ge-

färbten Weingeist gefüllten Kugel, von welcher Flüssigkeit die Röhre auch noch einen Theil enthält und luftleer zugeschmolzen ist. Der Stand des Weingeists in einem tiefen Keller wird mit 0 bezeichnet und es werden willkürlich große Grade, gewöhnlich 100 ober und unterhalb 0 auf ein Bret, worauf die Röhre befestigt wird, aufgetragen; die Grade oberhalb 0 werden Wärme, und unterhalb 0 Kältegrade genannt. Diesem Thermometer, welches noch jetzt häufig von den herumziehenden Savoyarden zugleich mit den Barometern verkauft wird, fehlt die Uebereinstimmung mit andern feinesgleichen, wodurch es für Beobachtungen unbrauchbar wird.

Um Conformität in die Scalen zu bringen schlug 1694 der Professor Renalbins zu Padua vor, das Thermometer in Eis zu stellen und den Stand des Weingeists zu bemerken, dann dasselbe in eine Mischung von 11 Theilen kalten und 1 Theil siedenden Wasser zu setzen, ebenfalls den Stand zu bemerken und die Operation mit 10, 9, 8 u. s. f. Theilen kalten, und 2, 3, 4 u. s. f. siedenden Wasser zu wiederholen, diese Theile endlich auf ein Bret zu tragen, woran die Röhre befestigt werden sollte, und dadurch eine Scale zu bilden. Man sieht das Renalbins schon Ahnung

vom Gefrier- und Siedpunkt der neuern Zeit hatte, nur waren seine Prämissen wegen der eingebildeten absoluten Größen der Wärme, und daher auch seine Schlüsse unrichtig.

Die amontonsche Verbesserung (1701) des florentiner Thermometers, durch Hülfe des von ihm angegebenen Luftthermometers, und die newtonsche, (1702), wo die thermometrische Flüssigkeit Leinöl ist, und der Zwischenraum zwischen dem Stand im zergehenden Schnee und dem Punkt der menschlichen Blutwärme in 12 Theile getheilt wurde, wo für das siedende Wasser 34 kommen, will ich nur berühren, da sie nicht in Gebrauch gekommen sind und lieber von der fahrenheitischen Verbesserung (1724) reden, welche Eintheilung wir noch jetzt gebrauchen,

Fahrenheit, Verfertiger von Wettergläsern, zuerst in Danzig und später in Holland wohnhaft, füllte in der ersten Zeit seine Thermometer auch mit Weingeist, bemerkte aber an denselben einen untern festen Punkt, welchen er für das Maximum der natürlichen Kälte hielt, den er in dem strengen Winter 1705 in Danzig beobachtet hatte, und jedesmal durch ein Gemisch von gleichen Theilen von Schnee und Salmiak hervorzubringen glaubte; zum einen obern festen Punkt nahm er die Wärme des menschlichen Körpers an, und

theilte den Zwischenraum in 96 gleiche Theile. Später gebrauchte Fahrenheit das Quecksilber zur thermometrischen Substanz, und bemerkte sehr bald, daß wenn er das Volum desselben in dem Gemisch von Schnee und Salmiak in 11124 Theile theilte, es sich in schmelzendem Schnee um 11124 + 32, in siedendem Wasser 11124 + 212 und in kochendem Quecksilber 11124 + 600 Theile ausdehnte, oder da sich das Quecksilber von der Temperatur der Mischung aus Schnee und Salmiak bis zu der des schmelzenden Schnees um $\frac{32}{11124}$, des siedenden Wassers um $\frac{212}{11124}$, und des kochenden Quecksilbers um $\frac{600}{11124}$ Theile ausdehnte, so setzte er beim natürlichen Frostpunkt 32 und beim Stande im siedenden Wasser 212 Grade. Theilt man daher den Raum zwischen den natürlichen Frier- und Siedpunkt in 180 Theile, setzt deren 32 zu, und an diese Stelle 0, trägt man ferner unter 0 eben solche Theile fort, so hat man die noch jetzt gebräuchliche Fahrenheitsche Gradleiter, deren sich vorzüglich die Engländer bedienen.

Im Jahr 1730 trat Reaumur mit seiner Thermometerverbesserung auf. Zur thermometrischen Flüssigkeit nahm er Weingeist der Pulver zündete, welcher aber mit $\frac{2}{3}$ Wasser verdünnt wurde, um die Wärme des siedenden Wassers, ohne selbst zu

sieden, annehmen zu können. Zum untern festen Punkt nahm er die Temperatur des eben frierenden Wassers, und setzte das Volum des Weingeists dabei 1000 Theilen gleich; zum obern festen Punkt nahm er die Hitze des siedenden Wassers an, und da er durch ein sehr sinnreiches Verfahren gefunden, daß sich das Volum des Weingeistes um 1000 + 80 vergrößert hatte; so setzte er bei der Temperatur des frierenden Wassers 0, bei der des siedenden 80; es versteht sich das Grade unter 0, um niedere Temperaturen bestimmen zu können, fortgetragen wurden. Diese Weingeistthermometer sind jetzt aber nicht sehr mehr im Gebrauch: blos der reine Weingeist hat in den niedern Temperaturen einen ziemlich gleichförmigen Gang; der mit Wasser verdünnte nimmt einen Theil des irregulären Ganges der Ausdehnung des Wassers an. Da nun die Pulverzündungsprobe selbst eine trügliche Probe ist, so kann man nie auf sichern gleichförmigen Gang der Weingeistthermometer mehrerer Verfertiger rechnen; ohne Kunstgriffe kann auch der Weingeist nie bis zur Hitze des siedenden Wassers, ohne selbst zu sieden, gebracht werden; endlich friert der verdünnte Weingeist bald und da er sich nach dem Gefrieren in einen größern Raum ausdehnt, so werden diese Thermometer

trägerisch. Ferner muß die Röhre, wegen der Wirkung der Capillarität weit und daher die Kugel groß seyn, wodurch der Gang des Instruments träge wird. Diesen Uebeln zu begegnen hat man die Füllung mit Weingeist aufgegeben, und dafür Quecksilber angewendet, und nennt uneigentlich jedes Thermometer, dessen Scale zwischen dem natürlichen Gefrier- und Siedpunkt 80 Theile enthält, ein reaumürsches. Das mit Quecksilber gefüllte gotheilige Thermometer ist nun das, was man vorzugsweise unter dem Namen des Reaumürschen kennt. Bisweilen theilt man zu einem und dem nehmlichen Thermometer auf einer Seite die fahrerheitsche, auf der andern die uneigentliche reaumürsche Scale. Nach dieser Scale rechnen vorzüglich Franzosen und Deutsche.

De l'Isle legte im Jahr 1733 seine Thermometerverbesserung der Akademie der Wissenschaften in Petersburg vor. Ob dessen Scale gleich wenig gebräuchlich ist, so ist doch seine Idee von einem einzigen festen Punkte auszugehen, und seine Gradleiter nach der Verdichtung des Quecksilbers einzutheilen ungemein sinnreich.

Er fand, daß sich das Quecksilber in Glasgefäßen vom siedenden bis zum frierenden Wasser um 0,0153 seines primitiven Volums verdichte,

deswegen setzte er am Siedpunkt 0 und zählte bis zum Frierpunkt, um eine runde Zahl zu haben 150, (andere haben um der Wahrheit näher zu kommen 154 angenommen) trug gleiche Grade unter den Gefrierpunkt und zählte in der Reihe fort.

Die du Crestsche Scale, die 1740 bekannt wurde, und für das Weingeistthermometer bestimmt war, ist nicht in Gebrauch gekommen; hingegen ist der Vorschlag des schwedischen Gelehrten Celsius beim Gefrierpunkt 0 und Siedpunkt 100° zu setzen, sehr wohl aufgenommen worden, und durch das französische Decimalsystem ist diese Thermometereinteilung sehr in Aufnahme gekommen. Man kennt diese Scale unter dem Namen der celsiuschen oder Centesimalscale, welche hauptsächlich neuerdings von den Franzosen und vorzüglich bei wissenschaftlichen Untersuchungen gebraucht wird.

Man hat Thermometer, worauf die 4 gebräuchlichen Scalen, nemlich die reaumursche, fahrenheitische, celsiusche und de Réaumesche verzeichnet sind, und Comparaison- oder Vergleichungs-Thermometer genannt werden.

Außer allen diesen Scalen sind noch mehrere, für eigne Zwecke oder aus Willkühr angegeben worden; zu letztern gehört das kurze Zeit gebrauchte la Land'sche, zu erstern die de Lüc'sche, welche zur

Correction des Barometers bei Höhenmessungen nach de Lucs Methode dienen, da diese aber durch Zuziehung ausgelassener Größen bei der Rechnung durch La Place, Gauß, Biot u. A. verbessert worden ist, und man die Correctionen nach jedem andern Thermometer auch berechnen kann, so sind auch diese Scalen außer Gebrauch gekommen. Im Ganzen sind die vielen Scalen gar nicht dazu geeignet gewesen der Wissenschaft Dienste zu leisten, sie haben vielmehr die Thermometer Sprache nur verwirrt, und wer sich für einer kleinen Rechnung nicht scheut, kommt eben so sicher zum Zweck bei dem Gebrauch einer einzigen.

§. 5.

Ob man gleich schon früher, auch neuerdings wieder Metallthermometer gefertigt hat, so werden dieselben die gläsernen als die wohlfeilsten, compendiossten und richtigsten nicht verdrängen, und da die gläsernen aus einer an eine Glasröhre angeblasenen, mit einer Flüssigkeit gefüllten Kugel bestehen, so muß jeder, der Thermometer verfertigen will, sich Glasröhren und eine gute Glasbläserlampe nebst Löthrohr verschaffen, und sich die Geschicklichkeit gläserne Kugeln zu blasen zu erwerben suchen.

Die Glasbläserlampe ist eine von verzinnem Eisenblech gearbeitete Lampe (die Perlenfabrikanten bedienen sich häufig einer Porcelanschale), die ohngefähr 5 Zoll lang, am breiten Ende 3 Zoll breit und 1 Zoll hoch ist. Fig. 1, a Tab. 1, stellt dieselbe von oben und b von der Seite in Verbindung mit dem Löthrohr dar. In Fig. 1, a ist a die Oeffnung, worin 6 bis 8 Stück gewöhnliche baumwollene Dachte liegen, die beim Gebrauch in 2 glatte Reihen geordnet werden, durch welche der Luftstrahl mit dem Löthrohr geblasen wird, b ist ein Schieber, der bis an die Dachte sich vorschieben läßt, c ein kleiner Trichter, um das Brennmaterial (geschmolzenen Talg) ohne die Lampe selbst zu stören einzufüllen, d eine Handhabe, um die bisweilen heiße Lampe anfassen zu können. In Fig. 1, b zeigt sich die Lampe im Durchschnitt auf ein Stück hölzerne Bohle h gestellt, vorn ist an das eiserne Winkelstück k das Löthrohr angeschraubt, welches in Fig. 2, im Durchschnitt zu sehen. Es ist bis auf das Mundstück l, welches aus Holz gearbeitet ist, von Messing, dasselbe bewegt sich bei a luftdicht auf und nieder, um das festgeschraubte Löthrohr durch die Respiration oder Arbeit in seiner Lage gegen die

Lampe nicht zu stören, e ist ein Luft- oder Feuchtigkeitsbehälter.

Sobald die Lampe angezündet ist, sucht man durch Nähern oder Entfernen derselben von der Spitze des Löhrohrs, und Neigen oder Erhöhen desselben eine blaurothe rauschende gegen 3 Zoll lange Flamme hervorzubringen, wo $\frac{2}{3}$ der Länge derselben, von den Dachten angerechnet, die Hitze die größte Intensität hat. Das Blasen selbst geschieht, indem man die aus den Lungen expirirte Luft in den Backen sammelt, und durch Zusammendrücken der Backen-Muskeln, dieselbe zum raschen Ausströmen durch das Löhrohr nöthigt, während der Respirationsproceß durch die Nase fortgesetzt wird. Es ist sehr zu empfehlen sich das Blasen mit dem Munde anzueignen, denn um eine Kugel zu blasen, oder einige Thermometer zuzuschmelzen, würde die Mühe die zu beschreibende Vorrichtung mit dem Blasebalg anzuwenden größer seyn, als die Arbeit selbst. Ich für meinen Theil liebe das Blasen mit dem Munde sehr, denn bloß durch vermehrten oder verminderten Druck der Backenmuskeln, läßt sich Flamme und Hitze vermehren und vermindern, welches mit der Schnelligkeit kein Blasebalg zu leisten vermag. Für engbrüstige, oder viel an der Lampe arbeitende Per-

sonen ist der Blästisch mit einem Blasebalg, mit doppelten Windsfängen, der auch einen fortwährenden Luftstrom hervorbringt, sehr bequem. Derselbe ist in Fig. 3, vorgestellt: An einen Tisch, a b c d, dessen Größe von der Beschaffenheit der Umstände abhängt, befestige man bei e und f ein Paar Schwingen zur Aufnahme des Blasebalgs m n g h i k l, dessen Scheidebret bei o durchbohrt, und mit einem Ventil für den obern, so wie das Bretstück bei u durchbohrt und mit einem Ventil für den untern Windfang versehen ist. An dem starken Ende des Balges ist die Communication des obern Windfangs mit der Verbindungsrohre w und dem Löhrohr x sichtbar, durch welche die Luft in die Lampe bei y getrieben wird. v ist ein Hebel, um damit den untern Windfang durch einen Tritt des Fußes in Bewegung zu setzen, und von l nach k zu pressen, z ist der Mittelpunkt der Bewegung.

Wer nie gesehen hat, wie die Blasebälge fertig gemacht werden, und den Zuschnitt derselben nicht kennt, wird am Besten thun sich denselben von einem Orgelbauer oder Blasbalgfabrikanten machen zu lassen. Die Art wie der Balg wirkt halte ich überflüssig zu beschreiben, da ich bei meinen Lesern die Unbekanntschaft nicht voraussetzen kann, daß

wenn der Fuß vom Hebel entfernt wird, das Ende I des Balgs herunterfallen und da im innern Raum eine Leere entstehen, die Luft durch das Ventil u. zufließen, welche durch Zusammenpressen das obere Ventil heben, in den obern Raum eintreten, und durch das Ausflußröhrchen in die Lampe entweichen muß. Wie gesagt, ist zur Verfertigung der Thermometer das erste nothwendige Stück das Werkzeug: Löthrohr und Lampe; das zweite ist das Material oder die Glasröhren, die man von den Glashütten bezieht, welche man am Besten bekommt, wenn man dieselben unter seinen Augen ziehen läßt; sonst wird einem nach der bekannten Leichtfertigkeit der Glasmacher alles zusammengepackt und gesendet, es mag nach Vorschrift gemacht seyn oder nicht, und wenn man sich auf ihre Discretion verläßt, wird man jedesmal übertheuert.

Um denjenigen Personen, die nie auf einer Glashütte gewesen sind, eine Vorstellung von der Verfertigung der Röhren zu geben, füge ich die Verfahrungsart bei der Fabrication derselben bei: Der am Feuer stehende Arbeiter nimmt mit der Pfeife (einem eisernen Blaserohr) etwas flüssige und reine Glasmaterie aus dem Glashafen, giebt derselben durch Walzen

auf einer eisernen Platte (marbelen) die Form eines kurzen Cylinders, und bläst ein wenig in das Rohr um den Anfang zu einer künftigen Kugel zu bilden. Diese Operation wird nach Verhältniß der Stärke und Weite der künftigen Röhren wiederholt; die Kugel wird durch Schwenken zu einer beinahe birnförmigen Figur gebildet, deren kolbiges Ende von der Pfeife abwärts liegt. Während des Erwärmens der so weit fertigen Glasmasse, hat ein anderer Arbeiter etwas Glasmaterie an einen 5 Schuh langen eisernen Stab (Pontil) genommen, dieselbe gemarbelt und gewärmt; kommt ersterer Arbeiter mit seiner stark erwärmten Glasmasse aus dem Feuer, so löscht er das kolbige Ende etwas in kaltem Wasser ab, und verbindet es durch einen Stoß mit dem Nabel des Pontils. Beide Arbeiter entfernen sich nun von einander mit schnellen Schritten, während der eine etwas in die Pfeife bläst, beide aber die Röhre um ihre Achse drehen, um bei weiten Röhren das Ovalwerden oder Zusammenfallen zu verhindern. Thermometer- und schwache Barometerrohren werden auf diese Art 60 und 70 Schuh lang ausgezogen; weitere hingegen haben nach Verhältniß ihrer Weite eine kürzere Länge. Die Röhren werden nicht gekühlt, sondern sogleich, nachdem sie et

was erkaltet sind, auf den Fußboden niedergelegt und mit einer mit Wasser getränkten Zange abgesprengt. Verlangt man so beliebige flache oder bandförmige Röhren zu bekommen, so läßt man den Cylinder, woraus die Röhre gebildet werden soll, etwas flach drücken. Es ist sehr zweckmäßig die Oeffnung der abgeschränkten Thermometerröhren sogleich mit Baumwachs zu verstopfen um das Eindringen der Feuchtigkeit und des Hüttenstaubes zu verhindern. Man sieht aus dieser Verfahrensart, daß es unmöglich ist die Röhren streng nach gegebener Vorschrift weit; am unmöglichsten aber dieselbe gleich weit zu ziehen, sie werden immer zwei abgestumpfte Kegel bilden, deren Basen an der Pfeife und Pontil befindlich sind; mehrere Schuhe aber von der Stelle, wo sich beide Enden der abgestumpften Kegel mit einander verbinden, wird man einzelne erträglich gleichweite Stücke finden. Bei der Verfertigung der Thermometer und Schenkelbarometer soll aber die Röhre streng gleich weit seyn, oder man muß für die regelmäßig konische Oeffnung Rechnung tragen, welches blos beim Thermometer anwendbar ist, weil man bei ungleicher Weite der Theilintervalle beim Barometer den Vortheil des Nonius verlieren würde. Die Methode des Auffuchens der gleichweiten Stücke kennt

man unter dem Namen des Kalibrevens, wovon im folgenden § gehandelt werden soll.

§. 6.

Um die gleichweiten Stücke der Röhren heraus zu finden, nehme man ein Spitzglas und lasse durch eine Papierdüte mit sehr feiner Oeffnung eine Parthie reines Quecksilber in dasselbe laufen. Von den von der Hütte gekommenen ohngefähr 5 Fuß langen Röhren, breche man mit einer Zange die zugestopften Enden ab, setze das mit Quecksilber gefüllte Glas auf den Fußboden, stelle das eine Ende der Röhre hinein, und sauge mit dem Munde am andern Ende, wodurch ein Stückchen Quecksilbersäule eintreten wird, hüte sich aber ja die Zunge an das Röhrenende zu bringen, damit nicht Feuchtigkeit hinein komme. Durch schnelles Herausheben während des Saugens ist man leicht im Stande die Röhre mit dem eingesaugten Quecksilber in eine horizontale Lage zu bringen. Die in der Röhre befindliche Quecksilbersäule bringe man durch Auslassen auf die Länge einiger Zolle, messe dieselbe mit dem Zirkel und lasse sie Länge für Länge durch die Röhre laufen, welches man durch Neigung derselben leicht bewerkstelligen kann, messe jede Länge,

und wenn sich diese Maase immer gleich bleiben, so ist auch offenbar die Röhre gleich weit und brauchbar, welches jedoch nicht oft geschehen wird; die ungleichen Stücke müssen weggeworfen werden, oder man muß zur sinnreichen Methode Gay Lüssacs seine Zuflucht nehmen, und ungleiche Grade für die Thermometerscale zeichnen, welches, das Mühsame abgerechnet, die besten Thermometer von der Welt giebt. Ich schmeichle mir das Mechanische der Methode Gay Lüssacs verbessert zu haben, und lege dieselbe dem Publico zur Beurtheilung vor:

Man verfertige sich einen Maasstab nach Art der Barometerscalen, Fig. 3, Tab. 1, a b welcher bei c d durchgebrochen ist, in dieser Ruth schiebe sich der Nonius e f; auf der untern Seite der Scale sey eine gezahnte Stange befestigt, in welche ein Getriebe eingreift, welches durch den ränderirten Kopf g umgedreht werden, und wodurch der Nonius längst der Scale bewegt werden kann; der punktirte Kreis bei h sei eine Loupe, a der Indexstrich des Nonius. Die Scale sey durch einige Schrauben auf ein Bret befestigt, und so eingerichtet, daß der Nonius 0,001 Fuß angebe, wie dieses zu bewerkstelligen sey, soll weiter unten folgen. Auf das nehmliche Bret sey die in gleiche

körperliche Inhaltstheile einzutheilende Glasröhre durch die Klübbchen ik befestigt. C sey ein kleines bei x mit einem Hahn versehenes Pümpchen, an dessen untern Ende die Thermometerrohre luftdicht eingefüllt ist. Man bringe eine kleine Quecksilbersäule von der Länge, durch Zurückziehen des Stempels in die Röhre, daß man sie für einen strengen Cylinder annehmen kann: in der Figur $\beta\gamma$; mache bei β mit einer Feile eine Marke, stelle den Indexstrich auf o und bringe denselben mit dem Ende der Quecksilbersäule β durch Berühren derselben zur Coincidenz; wenn dieses alles soweit in Ordnung ist, bringe man den Indexstrich durch Hülfe des ränderirten Kopfs mit dem 2ten Ende der Quecksilbersäule auch zur Coincidenz, lese den Werth der Länge der Quecksilbersäule ab, und notire denselben; dieses giebt für die künftige Interimscale das erste Theilintervall. Nun ziehe man den Stempel in der Pumpe zurück, daß das Ende β der Quecksilbersäule mit dem Indexstrich, der nun nach γ gerückt ist, zusammenfalle, ist dieses geschehen, so rücke man den Nonius bis e , lese den Werth der Länge des Quecksilbersäulchens ab, und notire denselben, als zweites Theilintervall der Interimscale, und treibe dieses Spiel so lange, als man glaubt eine gehörige Länge für

das künftige Thermometer zu haben. Ist man mit dem Stempel bis ans Ende der Pumpe gerückt, so schliesse man den Hahn, und treibe denselben zurück, da der Hahn ein Wechselhahn ist, wird die Luft aus seiner zweiten Oeffnung austreten, und man kann von Neuem anfangen. Es wird kein Mensch zweifeln daß die Längen der Theilintervalle Cylindern von gleichem cubischen Inhalt als Höhen zugehören. Man kann sich nun eine Scale zeichnen, indem man die Maase von einem richtigen Maasstabe abträgt, um die wirkliche Scale nach Vollendung des Thermometers, wie gezeigt werden soll, zu theilen, oder es ist auch hinreichend, wenn man die wirkliche Scale zeichnen will, für irgend einen Grad die Länge aus den notirten Größen in den Zirkel von dem Maasstab abzunehmen, und auf die wirkliche Scale aufzutragen. Am Besten ist es, sich jeden Grad der Thermometerscale, wie gezeigt werden soll, zu rechnen, die Calibrirvorrichtung auf die Theilmachine, und über den Indexstrich ein Mikroskop mit Fäden zu befestigen. Man hat es in seiner Gewalt die Gradgrößen genau zu bestimmen den Schieber der Theilmachine bis zum Zusammenfall der Fäden des Mikroskops mit dem

Indexstriche fortzurücken und die Linien auszu-
ziehen.

Ist man mit der Bestimmung der gleichen
Volumina fertig, so blase man eine gehörig große
Kugel, fülle sie und vollende das Thermometer,
wie noch gelehrt werden soll, bemerke den Stand
des Quecksilbers in kochenden Wasser und thauenden
Eis mit einem Einschnittchen; hat man sich eine
Interimscale gezeichnet, so passe man dieselbe so
an, daß der Nullstrich des ersten Theilintervalls mit
der Marke zusammenfalle, und unverrückt erhalten
werde, welcher Punkt immer sehr nahe an der
Kugel liegen muß. Gesezt nun man wolle diese
Scale der gleichen Volumina auf die Centesi-
malscale übertragen, so nenne man, um einen all-
gemeinen Ausdruck zu finden, den Grad der Tem-
peratur für die Centesimalscale t , diesen wird irgend
ein Theilintervall, oder Bruchtheil desselben, der
Scale der gleichen Volumina entsprechen, es sey
das n te; wenn dieses wahr ist, woran niemand
zweifeln wird, so wird bestimmt das Centesimal-
thermometer mit dem, dessen Scale bloß in glei-
che Volumina getheilt ist, der gleichen Dilatation
wegen, einen gleichen Gang haben müssen; der
Unterschied, der statt findet, wird lediglich vom
Unterschiede der Grade herrühren. Der Werth

von t zu n kann von keiner andern als folgenden Form seyn:

$$t = a + bn. *)$$

a und b sind zwei Constanten, um deren Bestimmung es sich eben handelt; bei der Temperatur des schmelzenden Eises, also bei 0° des Centesimalthermometers, soll unser Thermometer N° zeigen; bei der Temperatur des siedenden Wassers oder 100° soll der Stand unsers Thermometers mit N° bezeichnet werden. Nach dieser Annahme ist also

$$t = 0^\circ, \text{ wenn } n = N$$

$$t = 100^\circ, \text{ wenn } n = N'$$

Diese in die Gleichung zwischen t und n substituirte Werthe geben

$$0^\circ = a + bN$$

$$100^\circ = a + bN'$$

*) Ich werde mehrmal der allgemeinen Ausdrücke wegen algebraische Gleichungen benutzen. Meiner jungen Kunstgenossen und derjenigen wegen, die nicht Gelegenheit hatten Algebra zu treiben, und die nur eine Formel lesen können, will ich einigemal dieselben entwickeln; sie werden hieraus sehen, wie oft die Wissenschaft die Arbeit erleichtert. Ich ersuche dieselben das Studium der Algebra ja nicht zu vernachlässigen.

Bekanntlich fordert die Algebra zur Bestimmung zweier unbekannter Größen zwei Gleichungen, die hier gegeben sind. Die folgende Entwicklung giebt a und b:

$$a + b N = 0 \text{ daher durch Subtr. von } a \text{ auf beiden Seiten ist}$$

$$b N = -a \text{ durch die Div. mit } N \text{ ist}$$

$$b = \frac{-a}{N};$$

$$a + b N' = 100 \text{ durch Subtr. von } a \text{ auf beiden Seiten kommt}$$

$$b N' = 100 - a \text{ durch Div. mit } N' \text{ wird}$$

$$b = \frac{100 - a}{N'}$$

Die gefundenen beiden Werthe von b müssen nothwendig einander gleich seyn, und es steht uns frei dieselben einander gegenüber zu stellen, und daraus den Werth von a zu suchen; also:

$$\frac{-a}{N} = \frac{100 - a}{N'} \quad \text{durch Multipl. mit } N \text{ und } N' \text{ um die algebr. Brüche fortzuschaffen kommt}$$

$$-a N' = 100 N - a N \quad \text{durch Add. von } a N$$

$$-a N' + a N = 100 N \quad \text{auf beiden Seiten kommt}$$

$$(N' - N) \cdot a = 100 N$$

Durch Einklammern von N und N' , als gemeinschaftliche Factoren von a und Wechselfn des Zeichens in der Parenthese, wegen des gleichen Factors a bekommt die Gleichung die Form

$$- a = - \frac{100 N}{N' - N} \quad \text{durch Div. von } N' - N \text{ findet man}$$

$$a = - \frac{100 N}{N' - N} \quad \text{durch Mult. mit } - 1 \text{ wird.}$$

Behandelt man die Gleichungen nochmals auf eben diese Art und sucht b , so findet sich:

$$a + b N = 0 \quad a = - b N$$

$$a + b N' = 100 \quad a = 100 - b N'$$

$$- b N = 100 - b N'$$

$$b N' - b N = 100$$

$$(N' - N) b = 100$$

$$b = \frac{100}{N' - N}$$

Substituirt man die für a und b gefundenen Größen in die Hauptformel, so kommt

$$t = - \frac{100 N}{N' - N} + \frac{100}{N' - N} n.$$

Werden beide Glieder, wegen des gemeinschaftlichen Factors 100, in eins gezogen so folgt

$$t = \frac{(n - N) 100}{N' - N}$$

Will man statt der Centesimalscale die Reaumurische theilen, so bedarf es blos der Umänderung des Coefficienten 100 in 80.

Es wird öfters der Fall seyn, daß der t te Grad mit einem Bruch verbunden wäre, welches sich schlecht bei der wirklichen Theilung ausführen lassen würde, daher ist es besser für bestimmte volle t Grade das n te Intervall der Interimscale zu suchen, und dorthin den Bruch zu werfen, es wird werden

$$n = \frac{100 N + (N' - N) t}{100} = N + \frac{(N' - N) t}{100}$$

Ein guter nachdenkender Empiriker würde auch ohne Algebra auf dieses Resultat gekommen seyn, wenn er überlegt hätte: daß $N' - N$ den Zwischenraum zwischen Gefrier- und Siedpunkt ausdrückt. Dieser Zwischenraum aber soll nach Verlangen in 100 oder 80 Theile getheilt werden, es wird daher jedes einzelne Gradintervall $= \frac{N' - N}{100}$; in dem Intervall aber von der Temperatur des schmelzenden Eises bis zu der mit n bezeichneten

also $n - N$ hat man auch $n - N$ Grade, die man, um sie zu Centesimalgraden zu machen, mit dem Werthe eines Centesimalgrades $\frac{N' - N}{100}$

dividiren muß, vollstreckt man die Division durch Umwendung des Bruchs und Multiplication mit

100 so! folgt $t = \frac{(n - N) 100}{N' - N}$ wie oben.

Setzt man anstatt des Factors 100 den Factor 80, so wird Neaumürs Scale gebildet werden.

Ein Zahlenbeispiel wird die Sache deutlicher machen: Gesezt, man habe eine Quecksilbersäule von 0,01' zu Anfange in der Röhre gehabt, diese soll bei jedem Intervall um 0,0001' wachsen, und eine arithmetische Reihe ersten Ranges bilden.

Wenn $a = 0,01'$ das erste Glied der Reihe ist; d die Differenz $= 0,0001'$ und n die Anzahl der Glieder bedeutet, so wird das nte Glied $= a + (n - 1) d$; die Summe von n Gliedern aber $= n \frac{(d n - d + 2)}{1 \cdot 2}$ Hieraus folgt:

das 10. Interv. $= 0,0109'$	10. Interv. $= 0,1045'$
das 20. — $= 0,0119'$	20. — $= 0,219'$
das 30. — $= 0,0129'$	30. — $= 0,3425'$
das 40. — $= 0,0139'$	40. — $= 0,478'$
das 50. — $= 0,0149'$	50. — $= 0,6225'$

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, wie achtsam man beim Calibriren seyn muß, denn die kleine Differenz von 0,0001' bringt bei 50 Intervallen einen Unterschied von 0,1225' hervor.

Gesetzt ferner bei dem 15. Theilintervalle der Scale der gleichen Volumina wäre der Stand des Quecksilbers im schmelzenden Eis, so wie bei den 50. im siedenden Wasser beobachtet worden. Hieraus wird $N = 15$, $N = 50$; $N' - N$ würde $= 35$ werden.

Wollte man nun wissen, welcher Centesimalgrad dem 20. Intervall entspräche, so kommt nach der Formel in Zahlen, da $n = 20$

$$\frac{(20 - 15) 100}{35} = \frac{500}{35} = 14,2 \dots = t.$$

Der Bruch würde bei Ausführung der Theilung an einem sehr ungeschickten Orte stehen, deswegen suche man den vollen 15. Grad:

$$\frac{(50 - 15) 15 + 100 \cdot 15}{100} = 20,25^\circ \text{ der}$$

Scale der gleichen Volumina. Die Summe von 20 Intervallen wird nach der Formel $= 0,219'$, das 21. Intervall wird nach der Formel $= 0,012'$ dieses 0,25 mal genommen $= 0,003'$ und zu 0,219' addirt $= 0,222'$. Also der 15. Centesi-

malgrad fällt 0,222' vom 0 Striche der Scale für gleiche Capacitäten.

Auf dem nehmlichen Wege findet man für den 10. Centesimalgrad das 18,5te, für den 20. das 22. Intervall der Scale der gleichen Capacitäten. Erstere Größe = 0,2012'; letztere = 0,2431, vom 0 Striche angerechnet.

Bei den Graden unter 0 ist weiter nichts zu bemerken, als auf die Zeichen + oder - gehörig zu achten.

Auf die oben gezeigte Art werden nun die Grade für die wirkliche Scale gerechnet und mit der Maschine oder Hand eingetheilt. Die Richtigkeit des Verfahrens wird man leicht finden: Für jede Anzahl Grade bekommt man immer eine correspondirende Anzahl Intervalle der Interimscale. Da aber diese nach Verhältniß der konischen Röhre kürzer oder länger werden, trifft auch die wirkliche Scale der nehmliche Umstand, und die Grade werden zunehmend länger oder kürzer werden, wodurch der richtige Gang des Instruments bestimmt wird.

§. 7.

Nach dieser Abschweifung, wo ich nur habe

zeigen wollen, wie man aus unkalibrifchen Röhren die besten Thermometer fertigen kann, fahre ich nun in der Erzählung der Verfertigung der Thermometer fort, und zeige wie nach und nach das Thermometer sich seiner Vollendung nähert: Nach beendigter Calibrirung wird die das thermometrische Fluidum enthalten sollende Kugel gebildet, oder geblasen, welches vor der beschriebenen Lampe durch Erzeugung starker Hitze vermittelst des Blasens mit dem Löthrohr geschieht. An die kalibrirten Röhren wird ein ohngefähr 3 Zoll langes Mundstück von einer Barometerrohre mit Siegellack oder Kitt aus Pech, Colophonium und Röthel angefüllt, eines Theils, um den Eintritt der Feuchtigkeit in die Röhre aus dem Munde zu verhindern, andern Theils, um etwas Stärkeres, als ein schwaches Thermometerrohr, zum bessern Anschließen der Lippenmuskeln, in den Mund nehmen zu können.

Nachdem nun die Lampe angezündet und die Flamme zu gehöriger Wirksamkeit, wie schon erwähnt, gebracht worden ist, wird das untere Ende der Röhre $\frac{2}{3}$ der Flammenlänge vom Dacht an gerechnet in die Flamme gehalten, und fleißig um die Achse der Röhre gedreht, es wird bald weiß:

glühend werden, und die Oeffnung wird zuschmelzen; ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so wird dieselbe schnell aus der Flamme entfernt, und stark hineingeblasen, wenn alles recht gemacht worden ist, wird sich ein Anfang zur künftigen Kugel gebildet haben. Durch mehrmaliges Erwärmen und Hineinblasen wird sich dieselbe gehörig ausbilden. Anfänger dürfen es sich nicht verdrießen lassen, zuerst Krüppel zu Wege zu bringen, durch fortgesetzte Uebung aber werden sie bald vollkommene Arbeit liefern. Wenn die Kugel geblasen ist, so entsteht die Frage; wird sie auch die rechte Größe haben? dieses bestimmt sich erst, wenn das Thermometer gefüllt und die beiden festen Punkte bestimmt worden sind. Die gemeinen Thermometerfabrikanten schlagen die allzugroßen und kleinen Kugeln ab, um neue vielleicht eben wieder fehlerhafte anzublasen. Wer ein wenig mit Rechnen umzuspringen weiß, kann aus so einer unrichtigen Kugel die richtige bestimmen; ja er kann sogar die Kugelgröße für eine bestimmte Länge zwischen Gefrier- und Siedpunkt vorher angeben.

§. 8.

Den Zwischenraum zwischen Gefrier- und Siedpunkt nennt man den Fundamentalabstand,

weit er das Fundament der Thermometerscale ist. Dieser kann durch eine zu große oder kleine Kugel auch zu groß oder klein werden, wodurch das Thermometer eine unzweckmäßige Länge bekommen würde. Um nun aus dem zu kleinen oder großen Fundamentalabstand die richtige Größe der Kugel herzuleiten, berechne man zuerst die Capacität der Kugel, wir nennen dieselbe A. Sie ist, wenn wir den Durchmesser der Kugel d und die ludolphische Zahl π nennen, nach geometrischen Gründen

$$= \frac{d^3}{6} \pi \text{ daraus folgt der Durchmesser}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{6A}{\pi}} \text{ und schließe, wenn man zu}$$

vor den unrichtigen Fundamentalabstand mit F; den richtigen mit F' die unrichtige Capacität mit A, die richtige mit A' bezeichnet hat

F : F' = A : A'. Aus A' sucht man d und bläst nach den Zasterzirkel die Kugel, ist diese genau getroffen, so wird der Fundamentalabstand auch der verlangte seyn: hat man etwas gefehlt, so hat man sich der Wahrheit doch sehr genähert.

Der Beweis der Richtigkeit geht daraus hervor: daß wenn ein gewisses Volum Quecksilber sich um irgend einen Theil des Volums bei einer bestimmten Temperatur ausdehnt, so wird das

Doppelte sich um den doppelten, das $n + \frac{n}{m}$
fache sich um den $n + \frac{n}{m}$ fachen Theil desselben
ausdehnen müssen u. s. w.

Ein Zahlenbeispiel soll die Sache erläutern:
Eine Kugel von 0,03' im Durchmesser hat einen
Fundamentalabstand von 0,23' gegeben, man ver-
langt aber denselben = 0,4'; wie groß muß die
Kugel seyn?

$$F \text{ ist hier} = 0,23'$$

$$F' \text{ —} = 0,4'$$

$$d \text{ —} = 0,03'$$

$$*) \log d = 8,47712$$

3

$$\log d^3 = 5,43136$$

$$\log \pi = 0,49693$$

$$\log d^3 \pi = 5,92829$$

$$\log 6 = 0,77815$$

$$\log A = 5,15014 \text{ Zahl} = 0,00001413$$

Cubitschuh.

*) Ich kann bei Bestimmung der Kugelgrößen meine
Leser und Thermometerfabrikanten vom Verstehen

$$0,23' : 0,4' = 0,00001413' : A' = 0,00002457'$$

$$\log A' = 5,39041$$

$$\log 6 = 0,77815$$

$$\log 6 A = 6,16856$$

$$\log \pi = 0,49695$$

$$\log d^3 = 25,67163$$

div. mit 3) ———

$$\log d = 8,55721 \text{ Zahl} = 0,03608'$$

Die Thermometerkugel müßte also um 0,4' Fundamentalabstand zu geben, eine Größe von 0,03608' im Durchmesser haben.

§. 9.

Wenn man wegen der thermometrischen Flüssigkeiten einig ist, und ihre Dilatation kennt, so läßt sich die Kugelgröße für einen gewissen gegebenen Fundamentalabstand zuvor durch Rechnung bestimmen. Wir haben die Wahl zwischen Luft

des Gebrauchs der Logarithmentafeln durchaus nicht dispensiren. Jemand der eine Kubikwurzel auf den gemeinen Wege finden kann, soll auch mit dem Gebrauch der Tafeln bekannt seyn; die mit beiden Unbekannten müssen sich durch Versuche plagen, davon können sie nicht anders als durch einen math. Freund, der ihnen rechnet, befreit werden.

und Gasen, Wasser, wesentlichen und fetten Oelen, Weingeist, Salmiacgeist, Quecksilber u. s. w. Die Luft und Gase sind ihrer ungemein starken Ausdehnung wegen blos bei Thermometern in Gebrauch, die unendlich kleine Temperaturunterschiede anzeigen sollen; man kennt sie unter dem Namen Luftthermometer.

Wasser ist nicht zu gebrauchen, weil es unter allen Flüssigkeiten den unregelmäßigsten Gang hat und zu bald gefriert. Der reine Weingeist hat zwar einen ziemlich gleichförmigen Gang; allein ohne besondere Kunstgriffe kann er die Hitze des siedenden Wassers, ohne selbst zu siedern, nicht aushalten; er wird inzwischen zu Thermometern, die sehr große Kältegrade anzeigen sollen, noch angewendet, die Weingeistthermometer thun sehr gute Dienste von 40° über, bis soviel unter 0. Den Gebrauch der Oele hat man in den neuern Zeiten wegen ihrer Adhäsion verlassen.

Man hat die allgemeine Bemerkung gemacht, daß diejenigen Flüssigkeiten zur Füllung der Thermometer die besten sind, die einen hohen Hitze grad annehmen können, ohne selbst zu siedern und sich in Dampf zu verwandeln, diese Eigenschaft hat nebst mehreren andern, die es zur Füllung der Thermometer empfehlen, das Quecksilber: es dehnt sich bei gleicher Wärmezunahme ziemlich gleichmä-

fig aus, und zieht sich bei Abnahme derselben eben so regelmäßig zusammen, es läßt sich durch Hitze leicht von der anhängenden Luft reinigen, es lassen sich dadurch sowohl sehr hohe als tiefe Temperaturen beobachten, und endlich hat reines Quecksilber immer einerlei Ausdehnung. Daß das Quecksilber ein bei der gewöhnlichen Temperatur stets flüssiges silberweißes, glänzendes Halbmetall von einer specifischen Schwere sey, die die des Wassers beinahe um 14mal übertrifft, weiß jedermann; nicht so bekannt hingegen ist die Reinigung desselben. Reines Quecksilber darf in einen porcellanen Geschirr geschwenkt, keine schmutzigen Streifen hinterlassen, sonst ist es gewiß mit einem andern Metalle, oder Halbmetalle vermischt, von dem es sich, wenn es ein Metall ist, nicht anders als durch Destillation trennen läßt; die Halbmetalle aber gehen häufig bei der Destillation mit über. Das Mittel unreines Quecksilber durch sämliches Läder zu pressen ist zur Reinigung unzulänglich, denn der Metallzusatz geht mit durch.

Um unreines Quecksilber zu destilliren, schütet man es in eine Retorte von proportionirter Größe, bedeckt die Oberfläche mit reiner Eisenfeile und windet um den Hals derselben Papier, von ohngefähr der gewöhnlichen Bogenlänge, 6 bis 8

mal herum, und bindet es mit einem Bindfaden an den Retortenhals fest an, setzt die Retorte über eine Weingeistlampe oder auf ein Dratzgitter über den chemischen Ofen, und giebt stufenweis gehörig starkes Feuer; das Ende des Papiercylinders führt man in ein mit Wasser angefülltes Gefäß, das nur nicht von Metall seyn darf. Das Quecksilber wird bald anfangen zu kochen und graue Dämpfe auszustossen, die sich im Retortenhals zu lebendigen Quecksilberkugeln verdichten, von wo sie, bei hinlänglicher Größe, durch den Papiercylinder zischend in das untergestellte Wasser fallen, welches nach vollendeter Operation davon gegossen wird. Um übrigens reines Quecksilber bloß vom Oxyd und Staube zu reinigen, ist die Methode der gemeinen Barometermacher, dasselbe mehrmal durch Papierdüten mit sehr enger Oeffnung laufen zu lassen, hinreichend.

Das reinste Quecksilber ist das aus Zinnober reducirte, zu welchem Zweck man denselben mit Eisen oder Kalk vermischt der Destillation unterwirft, wodurch das Quecksilber in metallischer Gestalt ausgeschieden wird.

§. 10.

Da nun das Quecksilber die beste thermome-

trische Flüssigkeit ist, da wir seine Ausdehnung genau kennen, welche, wie schon gesagt $\frac{1}{54,12}$ des Totalvolums, von der Temperatur des thauenden bis siedenden Wassers gerechnet, beträgt, und unter dem Nahmen der wahren Ausdehnung bekannt ist; da wir wissen, daß sich in Glasgefäßen eingeschlossenes Quecksilber aber wegen der gleichzeitigen Ausdehnung des Glases nur um $\frac{1}{3}$ des Totalvolums unter obigen Umständen ausdehnt, so läßt sich hierdurch im Voraus die künftige Kugelgröße durch Rechnung herleiten.

Wenn man vorher bestimmen könnte, wie viel irgend ein zur Einheit angenommenes Maas, z. E. die Länge einer Decimallinie von der innern Höhlung der Röhre Capacität hätte, so wäre uns zur Kugelgrößebestimmung alles gegeben. Die Capacität von der Länge einer Linie, wollen wir v nennen, und sie soll unter jeder Temperatur so wie die Kugel während der Berechnung der scheinbaren Ausdehnung des Quecksilbers als constant angenommen, und als unausdehnbar betrachtet werden.

Um zur Bestimmung der Kugelgröße in Theilen von v zu gelangen, denke man sich eine, an eine Glasröhre geblasene, mit Quecksilber, so wie

einen Theil der Röhre gefüllte Kugel, die Röhre aber unverschlossen in schmelzend Eis gestellt. Das Quecksilber soll darinn n Linien über der Kugel stehen bleiben, welches man an der Röhre selbst beobachten kann.

Es sey Nv das in der Kugel enthaltene Volumen Quecksilber. N ist die unbekante Größe (körperlicher Inhalt der Kugel) um deren Bestimmung es sich eben handelt. Das in Kugel und Röhre befindliche Quecksilber unter obigen Umständen wird seyn $(N + n)v$. Denken wir uns nun das Thermometer in siedend Wasser gestellt, so wird nothwendig das Quecksilber um eine Anzahl $= A$ Linien von n angerechnet steigen, und diese Länge Av wird die scheinbare Dilatation vom Gefrier- bis Siedpunkt seyn müssen; wir wissen aber schon, daß dieselbe $= \frac{1}{63}$ des primitiven Volums ist.

Sie wird daher seyn $= \frac{(N + n)v}{63}$. Diese

Größe muß aber auch Av gleich seyn

$$\frac{(N + n)v}{63} = Av$$

und da v in beiden Theilen der Gleichung befindlich ist, so kann es gelöscht werden, wodurch

$$\frac{N + n}{63} = A$$

und $N = 63 A - n$ wird.

Zur Bestimmung von N fehlt uns eine wesentliche Größe, nemlich v , die wir nicht leicht direct bestimmen können.

Durch arithmetische Operationen und Bestimmung der Größe eines Grades, welches auf algebraischen Wege leicht bewerkstelligt werden kann, kann man die Länge des Fundamentelabstandes der Grade unter 0 und über 80, oder 100 für ein gegebenes N leicht bestimmen; die Rechnung würde aber keinen andern Zweck haben, als den Gang des Calculs und Fertigkeit im Calculiren darzulegen, deswegen will ich es unterlassen, und lieber dadurch eine andere Gleichung N suchen, welche dem früher gefundenen gleichgestellt, uns das in der Kugel enthaltene Gewicht des Quecksilbers geben wird, woraus der Durchmesser gefolgert werden soll.

Denken wir uns die vorige Glasröhre noch einmal, die wir zuerst leer wiegen oder blos taxiren wollen, denken wir eine Länge $= m$ Linten Quecksilber eingefüllt, und von Neuem gewogen, so wird der Unterschied das Gewicht des eingefüllten Quecksilbers seyn, welches p heißen, und für uns in Granen und Bruchtheilen des Grans

ausgedrückt seyn soll; nennen wir das Gewicht einer einzigen Linie π , so ist $p = m \pi$. Denken wir uns an die Röhre eine Kugel geblasen, leer gewogen, dann die Kugel und eine Anzahl n Linien mit Quecksilber gefüllt, und nochmals gewogen, so kann der Gewichtsunterschied nichts anders seyn, als das Gewicht des in der Kugel, und eines Stückchens der Röhre enthaltenen Quecksilbers $= P$. Von diesem Gewicht P nenne man den in der Kugel enthaltenen Theil $N \pi$, den in der Röhre enthaltenen $n \pi$, so hat man $P = (N + n) \pi$. Die Wägung, ehe die Kugel geblasen wurde, gab $m \pi = p$. Steht man diese Gleichungen aufmerksam an, so ist die Proportion nicht zu verkennen, denn $m \pi : (N + n) \pi$

$$= p : P \cdot \frac{(N + n) \pi}{m \pi} = \frac{P}{p} \cdot \frac{N + n}{m}$$

$$= \frac{P}{p} \cdot \frac{(N + n) p}{m} = P \cdot (N + n) p$$

$$= P m, \text{ Hieraus } N = \frac{P m}{p} - n.$$

Setzen wir nun den früher gefundenen Werth von $N = 63 A - n$ den zuletzt gefundenen gleich, also

$$63 A - n = \frac{P m}{p} - n$$

und suchen hieraus P das Gewicht des in der Kugel enthaltenen Quecksilbers, wenn der Funda-

mentabstand A Linien lang, und m Linien Quecksilber p Gran Gewicht haben, so kommt

$$P = \frac{63 A p}{m}$$

Die Richtigkeit dieses gefundenen Resultats, läßt sich durch folgende Betrachtung erweisen: Gesezt man habe m Linien Quecksilbersäule gewogen, und das Gewicht = p gefunden, der Fundamentabstand soll aber A Linien in der Länge enthalten, so kann man schließen:

$$m : p = A : x \quad x = \frac{A p}{m}$$

Die Dilatation aber beträgt vom Gefrier- bis Siedepunkt $\frac{1}{3}$ des primitiven Volums, deswegen muß die Größe $\frac{A p}{m}$ im Verhältniß von $\frac{1}{3} : 1$ vergrößert werden, d. h.

$$\frac{1}{3} : 1 = \frac{A p}{m} : x', \text{ daher wird } x' = 63 \frac{A p}{m}$$

= P, wie zuvor.

Da nach Biot und Arago das specifische Gewicht des Quecksilbers bei der größten Dichtigkeit des Wassers = 13,58597 und der Pariser Cubitschuh, destillirt Wasser bei jenem Wärmegrad 34277,14 Grammen wiegt; das Kilogram aber = 16096,34 Gran deutschen Apothekergewichts, und sich das Quecksilber für jeden Grad Reaumur um $\frac{10}{45200}$

feines Volums ausdehnt, so muß bei 14° R. als gewöhnlicher Stubenwärme die Pariser Decimals Cubiklinie ($\frac{1}{1000000}$ Cubikfuß) 7,5846 Gran wiegen. Hiermit in $\frac{63 \text{ A p}}{m} = P$ dividirt

$$= \frac{63 \text{ A p}}{7,5846 m} = N.$$

Auf diese Art wäre das Gewicht des in der Kugel enthaltenen Quecksilbers und der körperliche Inhalt derselben sehr leicht gefunden. Hieraus läßt sich eben so leicht der Durchmesser der Kugel herleiten.

$$D = \sqrt[3]{\frac{63 \text{ A p} \cdot 6}{7,5846 m \pi^*}} = \sqrt[3]{\frac{63 \text{ A p}}{1,2641 m \pi}}$$

Die gefundene Größe nimmt man in den Zasterzirkel und bläset darnach die Kugel, wozu blos ein gutes Augenmaaß nöthig ist.

Die Rechnung ist in der That nicht schwer, denn rechnet man mit Logarithmen, so ist log 63, 1,2641 und π ein für alle mal aufzuschlagen, welches eine große Zeiterparniß ist.

Man hat sich früher auch der Cylinders statt der Kugeln, wegen eingebildeter größerer Empfindlichkeit bedient, die aber sehr relativ nach der Größe der Kugel oder des Cylinders ist; der Cylinders macht

*) π Bedeutet hier die Ludolphische Zahl.

mehr Mühe, und man ist wegen dessen Größe unsicherer, deswegen mag man wohl neuerdings den Gebrauch der Cylinder aufgegeben haben.

Nach Vollendung der Kugeln, ist das Füllen die nächste Arbeit. Es ist sehr gut, wenn man die Thermometerrohre vor der Anfüllung sehr stark auf einem Kohlenbecken erhitzt, manche Unannehmlichkeiten, wozu vorzüglich das Zerreißen der Säule nach dem Zuschmelzen gehört, kann man dadurch umgehen. Um das Quecksilber in die Kugel zu bringen, rolle man einen Streifen feines, reines Papier, ohngefähr 2 Zoll lang, um das offene Ende der Röhre, wodurch sich nothwendig ein hohler Cylinder bilden muß; dieser Papiercylinder wird einige mal mit einem Faden umwunden, dessen Enden blos stark zusammen gedreht werden. Das zum Füllen nöthige Quecksilber lasse man durch eine Papierdüte mit einer feinen Oeffnung in den Cylinder laufen; sollte eine Anfüllung des Cylinders zur Anfüllung der Kugel nicht hinreichen, so wird diese Operation wiederholt. Bei dem Gebrauch etwas weiter Röhren wird sogleich etwas Quecksilber in die Kugel fallen; wenn man sich Mühe giebt, kann man die Anfüllung der Kugel ohne Feuer bis auf $\frac{2}{3}$ derselben treiben; allein bei engen Röhren findet die Luft keinen Aus-

weg, und hindert durch ihr Anhängen an die Wände derselben das Quecksilber in der Röhre herunterzufallen. Dieses Hinderniß, so wie das Austreiben der im Quecksilber befindlichen Luft, wird durch Hülfe des Feuers aus dem Wege geräumt. Wenn man die Thermometerkugel dem Feuer nähert, entweicht die darin enthaltene Luft fühlbar: indem sie den Druck der Quecksilbersäule überwinden muß, wird sie etwas comprimirt, so wie dieselbe das Quecksilber durchlaufen hat, und in die Atmosphäre tritt, macht sie ihre Gegenwart mit einem sanften Stoß bekannt.

Nach der Entfernung vom Feuer, zieht sich die in der Kugel enthaltene Luft in einen kleinern Raum zusammen, und der Druck der Atmosphäre treibt eben so viel Quecksilber in die Kugel, als Luft durch das Feuer ausgetrieben war. Man wiederholt das Erwärmen und Erkälten der Kugel so lange, bis dieselbe beinahe ganz mit Quecksilber angefüllt ist, dann aber ist es Zeit, das Quecksilber in der Kugel so stark zu erhitzen, daß es kocht, um die in demselben befindliche Luft auszutreiben. Nach behutsamer Entfernung vom Feuer wird das Quecksilber mit großer Energie hineinfallen, und die Kugel bis auf ein kleines Luftbläschen, welches sich gewöhnlich zwischen Ku-

gel und Röhre fest, anfüllen. Die Entfernung dieses Luftbläschens ist eine von den Hauptforderungen bei der Thermometerverfertigung; um derselben Genüge zu thun, erwärme man die Kugel von Neuem: man wird das Luftbläschen längst der Röhre heraufsteigen, bisweilen in derselben verschwinden, und nach dem Erkälten seinen alten Ort wieder einnehmen sehen; wenn die fortgesetzte Operation des Kochens das Austreiben dieser letzten kleinen Menge Luft nicht bewirkt, so ist es am zweckmäßigsten, durch Ausschütten des Quecksilbers aus der Papierdute den Eintritt einer etwas größern Luftblase zu bewirken, welche dann mit der kleinern vereint besser herausgehen wird. Bisweilen thut es gute Dienste mit der einen Hand, an die andere, welche das Thermometer über das Feuer hält, sanft zu schlagen, um durch die Erschütterung der kleinen Menge Luft, bei ihrem Durchgange durch das Quecksilber zu Hülfe zu kommen. Bei gehörigem Fleiß und Aufmerksamkeit, wird man endlich dahin gelangen die letzte Luftblase zu entfernen, und das Quecksilber in Kugel und Röhre in inniger Verbindung zu erhalten. Sobald das Quecksilber unter die Siedehitze des Wassers erkältet ist, kann man das in der Papierdute enthaltene übrige Quecksilber ausgießen, und

dieselbe abnehmen. Setzt man das Thermometer nun in siedendes Wasser, so wird das übrige Quecksilber heraustreten, welches mit einem Pinsel weggenommen wird, dadurch bekommt man den Siedepunkt an das Ende der Röhre.

Der Stand des Thermometers in zergehenden Eis, wird mit einem umgebundenen Faden bemerkt, und nun giebt die Messung Gewisheit, ob der Fundamentalabstand die vorgesezte Länge hat oder nicht. Um das Thermometer weder zu lang noch zu kurz zu machen, muß man wissen, wie viel Grade unter 0, und ob es dergleichen auch über den Siedpunkt des Wassers bekommen soll. Gewöhnlich rechnet man $30^{\circ} \text{ R.} = 35 \text{ Cent.}$ unter 0. Nennt man die Grade unter der Temperatur des schmelzenden Eises a, die über der Temperatur des siedenden Wassers b, die Länge zwischen den Fundamentalabstand, die man auf einem 10000theiligen Maasstabe gemessen l und die Länge des ganzen, so weit die Grade gehen sollen, l', so kann man schließen für Reaum. Scale $80 : l = (80 + a + b) : l'$ für die Cent. Scale $100 : l = (100 + a + b) : l'$. Der Werth von l' wird mit dem Stängenzirkel vom Maasstabe abgenommen, einige Linien oberhalb der Kugel und bis ohngefähr $\frac{1}{2}$ Zoll unterhalb dem künst-

tigen Ende der Röhre mit einem Faden bemerkt, und das Uebrige der Röhre abgeschnitten, theils um das unkalibrische Stückchen, welches durch Kugelblasen und Zuschmelzen entsteht, auf der Scale zu vermeiden, theils um Raum für die Klöbchen, und am obern Ende für ein Häkchen zu gewinnen, damit das Thermometer auf der Scale unverrückt erhalten werde. Durch erneuertes Erhitzen wird etwas Quecksilber herausgetrieben und weggenommen, nach gehörigem Erkalten wird der Stand in siedenden Wasser geprüft, ob er mit dem Faden zusammen fällt. Im Falle daß dieses noch nicht vollkommen gelungen wäre, wird die Operation des Auslassens und der Prüfung so lange wiederholt, bis der Forderung Genüge geleistet ist. Braucht man keine Grade über den Siedpunkt, so fällt b aus der Rechnung weg, und

$$t = \frac{l(80 + a)}{80} \text{ oder nach der Cent. Scale}$$

$$\frac{l(100 + a)}{100}$$

Wenn bis hierher alles glücklich abgegangen ist, so muß man an das Luftleermachen des Raums über dem Quecksilber und an das luftdichte Verschließen denken. Zu diesem Zweck zieht man das Ende der Röhre an der Lampe zu einer feinen

Haarspitze aus, treibt das Quecksilber durch die Wärme bis in diese Spitze, und bläst dieselbe an einem Talglicht zu. Es tritt öfters der Fall ein, daß beim Rückgang der Säule durch die Erkältung dieselbe zerreißt, welche in den mehrsten Fällen durch einen Stoß, indem man die Kugel ober- und das zugeschmolzene Ende unterwärts hält, zusammengebracht werden kann, denn die kleine Menge Luft, welche die Trennung veranlaßt, dehnt sich durch Wegnahme des Drucks der Atmosphäre aus, durch den Stoß wird sie in den obern Raum gebracht, und wenn es nöthig ist, kann man das Thermometer nochmals aufbrechen, die Säule in die Höhe treiben, und von Neuem zuschmelzen. Zerreißt die Säule in mehrere Stücke, die sich nicht durch den Stoß verbinden wollen, so ist der sicherste Weg zum Ziele zu gelangen, das Thermometer aufzubrechen, die Röhre nebst dem Quecksilber stark zu erhitzen, und während dem einen Theil des in der Kugel befindlichen durchzutreiben, von Neuem zu füllen und zu zuschmelzen. Wenn die Säule ganz, und alles regelmäßig gelungen ist, schmelzt man die Haarspitze an der großen Lampe stark zu und biegt das letzte Ende zu einem Häkchen um. Einige Thermometerverfertiger machen diese Instrumente nicht luftleer,

sondern schmelzen sie blos im siedenden Wasser zu; an der Wirkung wird nichts geändert, da die verdünnte Luft auf das Quecksilber keinen Druck ausübt, und dasselbe eben so wenig oxidirt. Die Säule reißt beim Zuschmelzen im siedenden Wasser nie ab.

§. 12.

Bringt man das so weit fertige Thermometer in einem Gefäß mit Wasser dem Feuer nahe, so wird das Wasser den Wärmestoff aufnehmen, und ihn dem Thermometer mittheilen, welches daher steigen muß. Dieses Steigen wird dann aufhören, wenn die Hitze so stark wird, daß auf der Oberfläche des Wassers die wellenförmige Bewegung statt findet, die wir unter dem Ausdruck kochen kennen, wenn man auch das Feuer unter dem Gefäße bis ins unendliche vermehren würde. Die Naturforscher haben den Grund dieser Erscheinung darin gefunden, daß der freie Wärmestoff an das im Dampf zu verwandelnde Wasser gebunden, oder daß er zur Dampfbildung verwendet werde, daß aber das Wasser nie mehr Wärmestoff bei unverschlossenen Gefäßen, von einerlei Materie und unter gleichem Druck der Atmosphäre annehme, als hinreichend ist dasselbe

in die erwähnte wellenförmige Bewegung zu setzen; und haben aus mehreren ähnlichen Erscheinungen das allgemeine Naturgesetz aufgestellt: daß der freie Wärmestoff zum festen oder gebundenen werde, wenn ein Körper aus dem tropfbarflüssigen, in den dampfartigen Zustand übergehe. Da nun die Naturgesetze allgemeine Gültigkeit haben, so giebt uns dieser Umstand ein sicheres Mittel den sogenannten obern festen Punkt des Thermometers überall bei einem und dem nehmlichen Wärmegrad, vorausgesetzt, daß das Wasser in Gefäßen von einerlei Materie, und unter gleichem Luftdruck siede, zu bestimmen. Um also den Siedpunkt am Thermometer zu bestimmen, dürfte man es nur in reines kochendes Wasser stellen, und den Stand des Quecksilbers auf der Glasröhre mit einer Marke bezeichnen; rein muß das Wasser deswegen seyn, weil Kalksalze oder andere Beimischungen den Siedpunkt erhöhen würden; allein 1) nicht allein die Kugel sondern auch die Röhre muß bis zum Siedpunkt eingetaucht werden, dadurch würde das Gefäß sehr hoch werden, und um den Druck der Wassersäule zu überwinden, würden die Dämpfe mehr Wärmestoff annehmen müssen, wodurch der Siedpunkt höher gerückt werden würde. Dem letztern Uebel abzuhelpen, dient uns die Beobach-

tung, daß die Dämpfe nahe an der Oberfläche des siedenden Wassers mit denselben einerlei Wärme haben. Man lasse sich daher ein blechernes Gefäß wie Fig. 5 machen, auf dessen Deckel einige Hülsen gelüthet sind, um zerschnittene Rörke aufzunehmen, in welche die Thermometer geklemmt und nahe an die Oberfläche des siedenden Wassers niedergeschoben werden; dem Dampfe schaffe man durch den seitwärtsgehenden Hals c durch die mit einem losen Ventil verschlossene Oeffnung d einen Ausweg, und bemerke den Stand des Quecksilbers bei dieser Wärme; aber nicht allein die Kugel, sondern auch die ganze Länge der Röhre bis zum Siedpunkt soll die Wärme des siedenden Wassers erlangt haben; diesen Fehler, der von der fehlenden Ausdehnung durch die Wärme entsteht, kann man durch Rechnung fortschaffen, indem man folgende Betrachtungen und Schlüsse macht: Gesezt die Kugel und eine gewisse Länge der Röhre befinde sich in der Hitze des siedenden Wassers, eine andere Länge aber die l' heißen mag, befinde sich in einer gewissen Temperatur $= t$ Grade unter der Siedehitze. Dieser letztere Theil wird offenbar kürzer seyn müssen, als wenn er im siedenden Wasser stünde, wie das zunächst an der Kugel befindliche Stück Röhre. Es sey x' die unbe-

kannte Größe, das heißt die Länge die das außerhalb dem siedenden Wasser befindliche Stück Säule im siedenden Wasser annehmen würde; x'' hingegen, die auf 0° reducirte Länge, von der die Rede bei Bestimmung des Gefrierpunkts seyn wird.

Zwischen x'' und x' muß das Verhältniß stattfinden, daß $x'' \left(1 + \frac{100}{6300}\right)^{\text{Cent.}} = x'$ sey, oder

$$x'' \left(1 + \frac{80}{5040}\right)^{\text{R.}^*)} = x' \text{ sey; denn wenn } x''$$

$\left(1 + \frac{0}{6300}\right)$ die Länge in Eis und Wasser ist und jeder Cent. Grad $= \frac{1}{300}$ ist, so folgt obige Gleichung von selbst; aber

$$x'' \left[1 + \frac{(100 - t') \text{Cent.}}{6300} \right] = l'$$

$$\text{oder } x'' \left[1 + \frac{(80 - t') \text{R.}}{5040} \right] = l'$$

wie beobachtet worden ist.

Es verhält sich aber

$$x'' \left[1 + \frac{(100 - t) \text{Cent.}}{6300} \right];$$

$$x'' \left[1 + \frac{100 \text{Cent.}}{6300} \right] = l'; x'$$

*) Cent. und R. bedeutet hier Centesimal- und Reaumur'sche Grade.

$$\text{oder } x'' \left[1 + \frac{(80 - t) R}{5040} \right]:$$

$$x'' \left[1 + \frac{80 R}{5040} \right] = 1' : x'$$

oder welches eben so viel ist, wenn man in beiden Gleichungen, um x'' los zu werden, Glied vor Glied dividirt hat

$$\frac{1 + \frac{100}{6300}}{1 + \frac{100 - t'}{6300}} = \frac{x'}{1'} \text{ für Cent. Grade;}$$

für Neaumürsche aber:

$$\frac{1 + \frac{80}{5040}}{1 + \frac{80 - t'}{5040}} = \frac{x'}{1'} \text{ daher wird für Cent.}$$

$$\text{Grade } x' = \left(\frac{1 + \frac{100}{6300}}{1 + \frac{100 - t'}{6300}} \right) 1'$$

$$\text{für Neaumürsche } x' = \left(\frac{1 + \frac{80}{5040}}{1 + \frac{80 - t'}{5040}} \right) 1'$$

Kürzt man gehörig ab, so kommt für Centgr.

$$x' = \frac{6400 1'}{6400 - t'}; \text{ für Neaum. } x' = \frac{5120 1'}{5120 - t'}$$

Das kleine Stückchen, welches zu $1'$ zugesetzt wer

den muß, um x' zu werden, findet man als Rest, wenn man die Division vollstreckt; es beträgt für die Cent. Gr.) $\frac{l' t'}{6400 - t'}$, für Reaum.

$$\frac{l' t'}{5120 - t'} \text{ denn } x' = l' + \frac{t' l'}{6400 - t'} \text{ oder}$$

$$x' = l' + \frac{l' t'}{5120 - t'}$$

Aber nicht allein der Druck einer Wasser- sondern auch einer schwerern Luftsäule vermehrt die Hitze des siedenden Wassers; ist daher die Luft schwerer, d. h. steht das Barometer bei Bestimmung des Siedpunkts höher, als ein andermal, so wird auch das Wasser eine größere Hitze erlangen, und der Siedpunkt wird an einen höhern Punkt fallen müssen.

Man ist deswegen übereingekommen, denselben auf 28" Barometerstand zu reduciren: nehmen wir denselben zu 28" + π " an; π sey eine Zahl, die für unsern Zweck nicht 2 Zoll übersteigt und positiv oder negativ seyn kann. Man weiß aus Erfahrung, daß bei 28, und 2 Zoll auf oder ab, die Ab- oder Zunahme der Wärme bei Bestimmung des Siedepunkts genau 1 Cent. Grad für den Zoll beträgt. Das heißt, wenn bei 28 Zoll Barometerstand das Wasser genau bei 100° kochte,

so wird die nehmliche Erscheinung statt finden bei 99°, wenn das Barometer 27" steht. Es heiße die Länge zwischen den beiden festen Punkten in einem bestimmten Maasse F, diese wird bei einem andern Barometerstand $100 \pm \pi^\circ$ Cent. oder $80 \pm \pi^\circ$ R. in sich fassen, daher wird $i =$

$$\frac{F}{100 \pm \pi} \text{ Cent. oder } \frac{F}{80 \pm \pi} \text{ Reaumur.}$$

Nimmt man den Fundamentalabstand genau zu 100° oder 80° an, welches bei 28" seyn soll, wo $\pi = 0$ ist, so ist nichts zu corrigiren; ändert sich der Barometerstand, so bekommt π seinen Werth und nothwendig muß F' als corrigirte Länge =

$$\frac{100 F}{100 \pm \pi} \text{ Cent. oder } \frac{80 F}{80 \pm \pi} \text{ Reaum. Will}$$

man das Stückchen, welches die Correction beträgt, für sich allein haben, so vollstrecke man die Division, der Rest wird diese Größe geben; er wird

$$\text{nachdem der Barometerstand ist } = \pm \frac{F \pi}{100 \pm \pi}$$

$$\text{Cent. oder } \pm \frac{F \pi}{80 \pm \pi} \text{ R. seyn.}$$

$$\text{Denn } \frac{100 F}{100 \pm \pi} = F - \frac{F \pi}{100 \pm \pi} = F' \text{ und}$$

$$\frac{100 F}{100 - \pi} = F + \frac{F \pi}{100 - \pi} = F' \text{ u. s. w. *)}$$

*) F' ist die corrigirte Länge des Fundamentalabstandes.

Zu bemerken bleibt aber immer noch, daß die 28 Zoll Barometerstand in Paris, nicht die 28 Zoll anderwärts sind; es ist aber so viel ich weiß noch nicht ausgemacht, für welchen Breitengrad die Bestimmung der 28 Zoll festgesetzt ist.

3) Muß bei Bestimmung des Siedpunkts auf die Materie des Gefäßes, worin das Wasser siedend gemacht wird, Rücksicht genommen werden, denn Gay Lussac hat bemerkt, daß das Wasser kochte in einem Gefäß von Glas bei $101,232^{\circ}$ C. nachdem feine Glasfaden hineingeworfen waren bei — — — 100,329, nachdem Eisenfeile hineingeworfen war bei 100 — daher soll bei Bestimmung des Siedpunkts das Gefäß, das das Wasser enthält, von Metall seyn.

§. 13.

Nachdem der Siedpunkt bestimmt worden ist, wird das Thermometer zur Bestimmung des Siedpunkts in schmelzendem Schnee oder Eis, d. h. in mit Schnee oder Eisstücken vermishtes Wasser gestellt, es wird fallen und unveränderlich, so lange noch ein Stückchen Eis vorhanden ist, auf dem nehmlichen Punkte stehen bleiben; ist aber das Eis zu Wasser aufgelöst, wird es anfangen und nach Verschiedenheit der Wärme des Wassers auf eine gewisse Höhe steigen.

Diese Erscheinung erklären die Naturforscher auf folgende Art: Der in der Umgebung des Wasser und Eis enthaltenden Gefäßes befindliche freie Wärmestoff tritt an das Eis um es zu Wasser herzustellen und wird dadurch zum gebundenen, so wie aber das Eis geschmolzen ist, bleibt derselbe frei, oder er ist dann im Stande, auf das Thermometer zu wirken, daraus haben sie das allgemeine Naturgesetz hergeleitet: daß der freie Wärmestoff zum festen oder gebundenen werde, wenn ein Körper aus dem festen in den tropfbarflüssigen Zustand übergeht, und da die Naturgesetze aller Arten strenge gültig sind, so folgt, daß die Temperatur des schmelzenden Eises aller Orten die nemliche seyn muß und daher ein Mittel zur Bestimmung des zweiten festen Punktes am Thermometer abgeben kann.

Nicht allein das Quecksilber in der Kugel sondern auch das Stück in der Röhre, so weit es reicht, muß die Temperatur des schmelzenden Eises bekommen, verschiedne Umstände verhindern aber das Eintauchen; deswegen muß man bei genauen Arbeiten für das uneingetauchte Stück Rechnung tragen und dasselbe corrigiren: Gesezt die Luftwärme über dem schmelzenden Eis sei t° und die uneingetauchte Länge nach einem gewissen Maas

= 1; die unbekante Länge sey x, so folgt ganz natürlich, daß $x \left(1 + \frac{t}{6300} \text{Cent.} \right)$ oder

$x \left(1 + \frac{t}{5040} \text{R.} \right) = 1$. Denn es verhält sich

$1 + \frac{t}{6300} : 1 + \frac{0}{6300} = 1 : x$; daher folgt x oder

die corrigirte Länge = $l' = \frac{1}{1 + \frac{t}{6300}}$ Cent. oder

$1 + \frac{1}{5040}$ Reaum. Vollstreckt man die Division,

so giebt der Rest die Correction, um welche l vermindert werden muß, daß es l' werde = $-\frac{t l}{6300 + t}$

für die Cent. oder $-\frac{t l}{5040 + t}$ für die R. Scale,

denn $1 + \frac{1}{6300} = 1 - \frac{t l}{6300 t + t}$ wo das zweite

Glied des Ausdrucks die Correction für das uneingetauchte Stück der Röhre ist.

Im Allgemeinen muß bei Bestimmung der beiden festen Punkte der Handgriff bemerkt werden, daß man einen schmalen Papierstreifen mit zwei Einschnittchen an die Röhre anschiebt und das scharfe Ende desselben bis an das Ende der

Quecksilbersäule nachrückt, und wenn die Säule den festen Stand angenommen hat, mit einer Walzfeile einen schwachen Schnitt auf die Glasröhre macht.

§. 14.

Der Beweis, daß 2 und mehr auf vorgeschriebene Art gefertigte mit einerlei Flüssigkeit gefüllte Thermometer einen übereinstimmenden Stand bei verschiedenen Temperaturen annehmen müssen, läßt sich mit mathematischer Schärfe selbst ohne Experiment darthun: Bezeichnen wir die Dilatation des Quecksilbers vom Gefrier- bis Siedpunkt mit δ ; die Dilatation bis zu einer gewissen Temperatur mit δ' die Masse Quecksilber, die beim Stand im schmelzenden Eis 1 gleichgesetzt ist, soll in dem Thermometer, das die größere Kugel und größern Fundamentalabstand hat mit V , in dem mit kleinern mit v , die respectiven Ausdehnungen vom Gefrier- bis Siedpunkt mit $V\delta$, und $v\delta$, die bis zur angenommenen gewissen Temperatur mit $V\delta'$ und $v\delta'$ (die offenbar der Capacität der Kugel proportional seyn müssen), die respective Länge vom Gefrier- bis Siedpunkt mit L und l und bis zur gewissen bestimmten Temperatur mit L' und l' bezeichnet werden.

Wie bekannt, beobachten wir die Größe der Ausdehnung am Thermometer durch Quecksilbercy-
linder, die bei Wärme zu-, bei Kälte abnehmen.
Es seyen R und r die Radien der Höhlung der
Thermometerrohren und π die ludolphische Zahl,
so muß nothwendig die Masse Quecksilber die
beim Eispunkt V war, beim Siedpunkt $V\delta$ wer-
den, dieser entspricht ein Cylinder $= R^2 \pi L$; das
nehmlche gilt für das 2te Thermometer mit kür-
zern Fundamentalabstand daß, $v\delta = r^2 \pi l$.

Die Ausdehnung bis zu einer gewissen Tem-
peratur $V\delta' = R^2 \pi l'$ und $v\delta' = r^2 \pi l'$

Die Länge L und l ist wie bekannt in die
nehmlche Anzahl Grade $= a^\circ$ getheilt; im In-
tervall L' müssen $\frac{aL'}{L}$, im Intervall l' $\frac{a l'}{l}$
Grade enthalten seyn. Wenn dieses ist, so muß
im längern Thermometer $V\delta : V\delta' = R^2 \pi L' :$
 $R^2 \pi L =$

$$\frac{V\delta'}{V\delta} = \frac{R^2 \pi L'}{R^2 \pi L} = \frac{\delta'}{\delta} = \frac{L'}{L};$$

im kürzern $\frac{v\delta'}{v\delta} = \frac{r^2 \pi l'}{r^2 \pi l} = \frac{\delta'}{\delta} = \frac{l'}{l}$

Sowohl $\frac{L'}{L}$ als $\frac{l'}{l} = \frac{\delta'}{\delta}$; daher müssen sie
sich selbst gleich seyn, oder

$$\frac{L'}{L} = \frac{l'}{l} = L : L' = l : l'$$

das heißt die Fundamentalabstände zweier oder mehrerer Thermometer stehen zu den Längen der Quecksilbersäulen für eine gewisse Temperatur in einem unveränderlichen Verhältniß. Aus der letzten Proportion erhellet, daß $l' = \frac{L' l}{L}$. Sowohl L als l sind in 80 oder 100 u. s. f. Theile getheilt, man lasse die Temperatur in beiden von 0 zu 10° u. s. f. wachsen, so wird $l = 100$ $L = 100$ und $L' = 10$ daher wird $l' = \frac{10 \cdot 100}{100}$ ebenfalls $= 10$ Grade u. s. f. seyn müssen; oder welches einerlei ist, die Thermometer werden einen übereinstimmenden Gang haben.

Es trifft sich zuweilen, vorzüglich im Winter bei tiefen Thermometerständen, daß von mehreren Liebhabern der Thermometerstand um mehrere Grade verschieden angegeben, und die Richtigkeit der Beobachtungen und Instrumente öfters selbst mit Hitze bestritten werden; gewöhnlich wird zu Ende des Streits die Schuld auf das eine oder andere bei den Beobachtungen gebrauchte Thermometer, je nachdem der Besizer für den Verfertiger mehr oder weniger eingenommen ist, geschoben. Diese Differenzen sind gewöhnlich nur scheinbar, denn wenn der Verfertiger seine Schuldigkeit gethan hat, so können die Differenzen hervühren:

1) Eine geringe vom Material der Scale, wenn bei Thermometern das eine mit einer hölzernen, das andere mit einer Metallscale versehen ist; 2) vom Orte, wo das Instrument angebracht ist; eines Theils von der höhern oder niedern Lage gegen die Erdoberfläche; andern Theils vom Schutze nahe stehender Gebäude und einer Lage die einen beständigen Luftzug hat oder nicht; 3) oder von der Zeit der Beobachtung.

Es gilt hier wie bei allen Beobachtungen oder Versuchen die allgemeine Regel: die Gegenstände der Beobachtung immer unter einerlei Zustand und Umständen zu erhalten, wo man sich denn auch der zuverlässigsten Richtigkeit zu erfreuen haben wird.

§. 15.

Da neuerdings das Weingeistthermometer seine Liebhaber wieder gefunden zu haben scheint, so will ich von der Verfertigung desselben noch einige Worte sagen. Der reine oder absolute Alkohol scheint eine ziemlich gleichförmige Dilatation zu haben, welches mit gewässerten nicht der Fall ist; seine scheinbare Dilatation vom Gefrier- bis Siedepunkt = $0,122536$ des primitiven Volums, welche Größe zur Bestimmung der Kugelgröße, wie

bei den Quecksilberthermometer gezeigt worden, nöthig ist. Die Fällung aber wird hier anders bewerkstelligt: die Thermometerkugel wird erwärmt, und das offene Ende der Röhre in mit Alkanawurzel gefärbten Weingeist, in welchen ein oder einige Tropfen, nach Beschaffenheit der Menge, Salpetersäure getropft sind, schnell eingetaucht. Die atmosphärische Luft wird, wegen verminderter Elasticität der noch in der Kugel zurückgebliebenen Luft, einige Tropfen gefärbte Flüssigkeit in dieselbe hineindrücken. Diese wird durch fortgesetztes Erwärmen in Dampf verwandelt und durch schnelles Eintauchen in den Weingeist wird derselbe die Kugel größtentheils, oder bis auf ein unendlich kleines Luftbläschen anfüllen, im ersten Falle wird die Operation wiederholt; im zweiten aber wird kein Erwärmen und Eintauchen helfen, das Luftbläschen wird immer wieder erscheinen und sich zwischen Kugel und Röhre setzen. Um es fortzuschaffen bindet man nahe an das offene Ende der Röhre einen starken gewichsen Faden, unter demselben einen, einige Schuh langen Bindfaden, verfährt sich mit dem Thermometer an einen Ort, wo man sicher ist dasselbe, indem man es wie eine Schleuder schwingt, nicht zu zerschlagen. Durch die Centrifugalkraft getrieben strebt der schwerere

Körper, (hier Weingeist) sich mehr vom Mittelpunkt der Bewegung zu entfernen als der leichtere (Luft), deswegen wird der letztere durch erstern aus seiner Stelle getrieben, und da kein anderer Ausweg als die Oeffnung der Röhre vorhanden ist, so wird er längst derselben fortgetrieben werden, bis er durch die Oeffnung entweichen kann.

Das Anlassen wird, wie bei den Quecksilberthermometern gelehrt worden, verrichtet. Ob man gleich durch Kunstgriffe dahin gelangen kann, den Weingeist ohne daß er siedet die Wärme des siedenden Wassers mitzutheilen, so bin ich doch der Meinung kein Weingeistthermometer bis zu dieser Temperatur zu erhitzen, sondern etwa den 40. oder 50. Grad nach einem richtigen andern Thermometer zu bestimmen, und darnach einzutheilen. Kein Weingeistthermometer kann mit einem gleich eingetheilten Quecksilberthermometer übereinstimmenden Gang haben, weil die Dilatation beider Substanzen verschieden ist, man kann aber auf die eine Seite der Scale die eigenthümliche Weingeistthermometerscale; auf der andern Seite die dem Quecksilberthermometer entsprechenden Grade aufzeichnen. Es entsprechen:

Quecksilberthermometer :	Weingeistthermometer :
80	80,0
75	73,8
70	67,8
65	61,9
60	56,2
55	51,7
50	46,6
45	41,2
40	36,3
35	31,3
30	26,5
25	21,9
20	17,3
15	12,8
10	8,4
5	4,2
0	0,0
5	4,1
10	8,0

wornach also die Eintheilung zu machen ist.

§. 16.

Bei dieser Gelegenheit, der Eintheilung der Scalen in ungleiche Theile nehmlich, kann ich der Vollständigkeit wegen nicht unterlassen der Dalton:

fchen Scale für die wirkliche Wärmezunahme zu gedenken: Da die Ausdehnung des Quecksilbers für jeden Grad der Temperatur mit der Temperatur selbst zunimmt, so kann ein auf die gewöhnliche Art getheiltes Thermometer kein genaues Maas für die Wärmeab- oder Zunahme abgeben, sondern es giebt eine Anzahl Grade an, die sich immer mehr von den Graden der wahren Temperatur entfernen, je höher die gegebene Temperatur selbst ist. Nach Daltons Versuchen verhält sich die Ausdehnung des Quecksilbers, wie die Quadrate der Temperaturen vom Eispunkt angerechnet, woraus natürlich folgt: daß wenn ein Thermometer gleiche Maaße der Temperatur angeben soll, die Scale verschieden von den frühern Eintheilungen getheilt werden müssen, und zwar daß die untern Grade der gewöhnlichen Theilung zu groß, die höhern zu klein seyn müssen. Daltons Versuche geben

für fahrenheitische Grade	Daltons Grade für die
mit nöthiger Correction	wahren gleichen Inter-
für die Ausdehnung des	valle der Temperaturen:
Glasess:	

— 40,00	— 175 ^o
— 21,12	— 68
— 17,06	— 58
— 12,96	— 48

— 8,52	— 38
— 3,76	— 28
+ 1,34	— 18
+ 6,78	— 8
12,63	+ 2
18,74	12
25,21	22
32	32
39,3	42
47	52
55	62
63,3	72
72	82
81	92
90,4	102
100,1	112
110	122
120,1	132
130,4	142
141,1	152
152	162
163,2	172
175	182
186,9	192
199,2	202
212	212

Die Ausdehnung des Glases der Thermometerkugeln soll nach Dalton wenig von der des Eisens in dem Zwischenraume von 32 bis 212 verschieden seyn, sie beträgt $\frac{1}{800}$ in der Länge oder $\frac{1}{205}$ des Volums.

§. 17.

Zur Ausmittelung ungemein kleiner Wärmeveränderungen bedient man sich

1) des sogenannten Luftthermometers, welches nichts anders ist, als ein Thermometer, dessen Kugel wie die an den gewöhnlichen Barometern umgebogen, und mit etwas wenigen Weingeist, wie derselbe zur Füllung der Weingeistthermometer gebraucht wird, gefüllt ist, so, daß der größte Theil der Kugel mit Luft angefüllt bleibt. Dieses Thermometer bekommt keine Grade, es ist wie gesagt dazu bestimmt, bei sehr feinen physikalischen und chemischen Versuchen die mindeste frei werdende Wärmematerie anzuzeigen.

2) Des Differentialthermometers von Leslie, welches aus einer an beiden Enden mit Kugeln versehenen, in Form eines lateinischen U umgebogenen Thermometerrohre besteht S. Fig. 8. Tab. 1. In den beiden Kugeln ist Luft; in der Röhre aber die Oeffnung größtentheils ausfüllende, mit

Carmin gefärbte Schwefelsäure enthalten. An den einen Schenkel ist eine elfenbeinerne Scale befestigt, deren 0 bei irgend einem Wärmegrad, wovon beide Kugeln zugleich affectirt wurden bestimmt, die ganze Scale aber in 100 willkürlich große Theile getheilt ist. Diejenige Kugel, woran die Scale befestigt ist, nennt der Erfinder zum Unterschiede die Focalkugel. Bringt man diese Thermometer in eine gleiche Temperatur so wird es ruhig bleiben; setzt man die eine Kugel aber einer andern Temperatur aus, so wird die Flüssigkeit nach der Größe der Differenz der Temperaturen, worin sich die Kugeln befinden, steigen oder fallen, woher es seinen Nahmen hat.

3) Das Rumfordsche, welches den vorhergehenden ähnlich mit der nehmlichen Flüssigkeit gefüllt und nur darin unterschieden ist, daß der horizontale Theil der Röhre beträchtlich viel länger, als beim vorhergehenden und der mit der Scale versehene Theil des Instruments ist.

§. 18.

Bei Gelegenheit des Bekanntwerdens des Danielsen'schen Hygrometers in Deutschland, suchte ich dasselbe zu vereinfachen und auf ein umgebogenes Thermometer zurückzuführen. Es ist eigentlich

nichts anders, als das Umgekehrte vom Pulshammer, mit dem Unterschiede, daß Fig. 6. Tab. 1. der eine Schenkel A b länger als der andere ist, und luftdicht verschlossen ein Thermometer enthält, dessen Kugel halb in die Naphta A a eingetaucht ist, die andre Kugel B ist in Mouselin gehüllt und das ganze Instrument luftleer. Gießt man auf die eingehüllte Kugel einige Tropfen Schwefeläther, so wird er sogleich verdampfen, Kälte in der Kugel erzeugen und die darin befindliche Naphtadämpfe verdichten, die sich aus der andern Kugel ersehen werden. Durch die Verdampfung der Naphta in der Kugel A wird der Wärmestoff an den Naphtendampf gebunden und die Kugel selbst erkältet, die sie umgebende mit Feuchtigkeit auf irgend einen Grad angeschwängerte Luft wird Wärmestoff bis zum Gleichgewicht abgeben, das in ihr befindliche Wasser aber wird sich auf die Kugel niederschlagen müssen. Der Moment der Niederschlagbildung nebst dem Thermometerstand giebt die Elemente zur Ausmittlung der Menge in der Luft aufgelösten Wassers, welches man nach der Angabe in Gilberts Annalen berechnen kann.

Vorausgesetzt, daß unter übrigens gleichen Umständen, der Niederschlag sich nur bei der nehmlichen verminderten Temperatur bilden kann, kann

der zu erkältende Körper auch bloß ein dazu eingerichtetes Thermometer seyn: Zu dem Ende bog ich Fig. 7. Tab. 1. ein Thermometer abc um, hüllte dessen Kugel in Mouselin um der zu verdampfenden Naphta Anhaltepunkte zu verschaffen, und schob bei b ein messingernes vergoldetes Schälchen an, das kreuzweis über die Kugel angebunden wird. Tropft man auf den Mouselin einige Tropfen Naphta, so wird dieselbe verdampfen, das Thermometer wird fallen, und nach der Menge der in der Luft befindlichen Feuchtigkeit wird das Schälchen bei einer mehr oder weniger verminderten Temperatur beschlagen. Uebrigens gilt von diesem Instrumente, was den Gebrauch betrifft alles, was in Gilberts Annalen vom Danielschen gesagt ist. Ich habe durch Aufstropfen von Naphta die Temperatur von $+ 18^{\circ}$ R. bis zu $- 5^{\circ}$ gebracht.

§. 19.

Die letzte Arbeit bei Verfertigung der Thermometer ist die Vollendung derselben durch die Scale, und die Befestigung darauf: Nach Beschaffenheit der Umstände ist die Scale aus Metall, Elfenbein oder gemeinem Knochen, Holz, Papier, und Glas verfertigt, ja bisweilen macht man die

Theilung auf die zu diesem Ende starke Röhre selbst. Die Metallscalen werden vorzüglich an solchen Thermometern gefunden, die aus der Hand eines Mechanikus gegangen sind; die Dilettanten begnügen sich mit hölzernen, oder mit hölzernen, mit Papier beleimten Scalen. Zu Badethermometern, deren Scalen in Glasröhren eingeschlossen sind nehmen beide Papier, doch erstere auf Bestellung auch Metall, oder Bein oder Milchglas, worauf sich wie auf Elfenbein die Scale sehr gut ausnimmt und gegen das Licht befestigt, bemerkt man die Glasröhre selbst nicht, sondern die Quecksilbersäule nimmt sich auf dem halbtransparenten Grunde schön schwarz aus, und ist sehr gut wahrzunehmen.

Der Dilettanten wegen, die eine Metallscale verfertigen lernen wollen, will ich die Art wie sie gemacht wird, so gut man es beschreiben kann, angeben. Man sucht ein Messerrücken starkes reines Stück Messing, welches gehörige Länge und einen Zoll und etwas drüber Breite hat, aus, schlägt dasselbe auf den Ambos stark, um es hart und elastisch zu machen, und spannt es zuletzt mit dem Hammer eben und gerade. Die kleinen Erhöhungen, die der Hammer zurückgelassen, werden entweder mit der Feile oder dem Hobel geebnet, an die Stelle, einige Linien über den Siedpunkt,

und über der Kugel werden die Klößchen, die die Röhre halten sollen mit Schraubchen befestigt, deren Verfertigung man irgendwo bei einem Handwerker oder Künstler gesehen haben muß, und der Scale die äußere Form gegeben. Die Rauigkeit der Oberfläche von der Feile oder Hobel wird mit einem Schleif- oder Abziehstein von Schiefer, die fälschlich zur Schärfung der Federmesser angewendet werden, weggeschliffen und die beiden festen Punkte bemerkt. Der Raum zwischen beiden wird in die verlangte Anzahl Theile getheilt, die der vorgesezten Scale entspricht.

Die beste Methode der Theilung mit dem Zirkel, ist die Bisectionsmethode, wo man durch beständiges Halbiren auf einzelne Theilintervalle kommt. Die größern Intervalle bisecirt man mit dem Stangen-, die kleinern mit dem sogenannten Uhrmacher-Federzirkel. Hat man öfters zu theilen, so ist es am Besten, sich die noch zu beschreibende gewiß sehr einfache und für den Zweck hinreichend genaue Theilmaschine anzuschaffen. Nachdem die Theilstriche mit einer guten Nadirnadel durch Hülse eines Anschlagwinkels bei der freien Handtheilung ausgezogen sind, schlagen diejenigen, die den Grabstichel nicht in ihrer Gewalt haben, die Zahlen darauf; am besten ist es, den Rahmen des Angebers

der Scale über dieselbe, und die nöthigen Zahnen, wenn man es nicht selbst kann, bei einem Graveur stechen zu lassen. Die so weit fertige Scale, wird durch nochmaliges Schleifen von dem sogenannten Grat oder Drat befreit, die Theilstriche durch ein Stückchen Brod oder Semmel von dem darinn enthaltenen Schleiffstein gereinigt, über dem Licht oder Kohlenbecken erwärmt und schwarzes Siegel-lack oder eine ähnliche schwarze Masse eingerieben. Nun wird es fein zur künftigen Politur mit dem nehmlichen Stein geschliffen, und mit einem harten Holz, wozu sich Birnbaum oder Apfelbaum, Eisbeerbaum oder jedes Holz, welches keine groben Poren hat vorzüglich eignet, mit Trippel und Del polirt. Die schwarzen Theilstriche nehmen sich auf weißen Grunde vorzüglich gut aus, deswegen pflegt man die Scalen kalt zu versilbern. Dieses bewerkstelligt man: indem man zuerst die Scale mit Cremortartari abreibt, dann Zeigefinger und Daumen in die zu beschreibende Versilberung, die eine breiartige Consistenz haben muß, taucht und damit die Scale so lange anreibt bis ein Silberblättchen auf der Oberfläche ohne Unterbrechung sichtbar ist. Es ist gut die Scale nochmals mit Cremortartari abzureiben, in kaltem reinen Wasser auszusüßen, abzutrocknen und mit einer Auflösung

von Mastix in Weingeist bei Erwärmung zu überziehen (lackiren).

Die kalte Versilberung wird auf folgende Art bereitet: Eine Quente Treffensilber wird in Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung wird in einen großen reinen irdenen Topf voll warmes Wasser gegossen. Nach dem Erkalten werden entweder Kupferbleche hineingeworfen, wodurch das Silber regulinisch als graues glänzendes Pulver gefällt wird, oder man wirft so lange Kochsalz hinein, als noch ein weißer Niederschlag erfolgt, letzterer ist salzsaures Silber. Von dem Niederschlag auf die eine oder andere Art wird das Ausflüßwasser abgegossen und zu 1 Quent Silber wird 1 Loth Kochsalz, 1 Loth Weinslein und 1 Quent Alaun durch Zusammenreiben auf einem Reibstein zugesügt und zu einer Masse gebildet, welches die kalte Versilberung ist.

Soll die Scale von Holz werden, so wird dasselbe zuerst mit Schachthalm und Wasser geschliffen, hernach mit einem Stück Tuch, worauf man fein gepulverten Quarz, Feuer- oder Bimstein gethan hat, bis es glänzt, abgerieben. Die Theilung wird mit dem Zirkel gemacht, mit Tusche ausgezogen, und wenn Zahlen und Schrift recht nett werden sollen, werden dieselben mit einem Ni-

niaturpinfel geschrieben. Die Liebhaber haben es gern, die merkwürdigsten Temperaturen auf diesen Scalen aufgezeichnet zu finden, deren Angabe so gleich folgen soll. Wenn diese Temperaturen aufgeschrieben sind, so überzieht man die ganze Scale mit einem etwas starken Pinsel mit dünner Hausenblase-Auflösung, doch so, daß man für das erste mal keine Stelle zweimal trifft (Veimtränken). Nachdem diese Operation einigemal nach vorhergegangenen Abtrocknen wiederholt worden ist, kann man diese Scalen mit fetter oder geistiger Copalausscheidung überziehen um die Einwirkung der Witterung abzuhalten (lackiren). Die fette Copalausscheidung verfertigt man durch sehr behutsames Schmelzen des Copals, irgend in einem Medicinglase, welches man in dem Camin an einem Faden aufgehangen und durch Anstoßen über den brennenden Kohlen immer in einer oscilirenden Bewegung erhält, in Verbindung mit etwas venetianischen Terpentinen, in die geschmolzene Masse wird etwas lichter, erwärmtes Oelfirniß gegossen, und wenn diese Zusammensetzung beinahe erkaltet ist, wird sie mit Terpentinöl verdünnt.

Die geistige Copalausscheidung gelingt am Besten, wenn man den zu diesem Zweck gröblich gepulverten Copal 6 Wochen und drüber des Win-

ters gegen Staub verwahrt auf dem warmen Ofen liegen läßt. Der absolute Alkohol löst dann denselben ohne Anwendung eines Kunstgriffs auf. Kann man diese Zeit nicht abwarten, so kann man den Kopal mit trockner Weizenkleie oder mit $\frac{2}{3}$ des Gewichtes desselben Kampfer in dem Mörtel zu einem feinen Pulver reiben. Die Digestion in Sonnen- oder Ofenwärme bewirkt bald eine Auflösung.

Zafel einiger merkwürdigen Temperaturen.

	Reaum.	Fahr.
größte künstlich hervorgebrachte Kälte	— 54,22	— 90
Quecksilber schmilzt	— 39	— 37,75
friert	— 31,56	— 36
Kälte in Leipzig 1799	— 27	— 28,75
desgleichen 1823 in Weimar und umliegenden Gegend.		
zu Dresden 1800	— 25	— 24,25
zu Glasgow 1780	— 24,44	— 23
Gleiche Theile Schnee und Salmiak Fahr. °	— 14,22	— 0
Starke Weine frieren	— 5,33	+ 20
Eßig friert	— 1,78	+ 28

	Reaüm.	Fahr.
Wasser friert	— 0,0	+ 32
Wärme für Orangerie	+ 5	+ 43,25
Mittelmäßig	+ 10	+ 54,5
Glashäuser	+ 15	+ 65,75
Krankenzimmer	+ 17	+ 70,25
Seidenwürmer	+ 10	+ 74,75
Badewärme	+ 26	+ 90,5
Wärme am Senegal	+ 40	+ 122
Wachs schmilzt	+ 48	+ 144
Alkohol siedet	+ 64	+ 176
Franzwein siedet	+ 74,22	+ 199
Milch siedet	+ 79,11	210
Rose's Metallgemisch schmilzt	+ 79,11	
Reines Wasser siedet	+ 80	+ 212

§. 20.

Dieserigen Liebhaber, die schon einige Fertigkeit in Metallarbeiten erlangt haben, oder derjenigen Personen wegen, die keine Theilmachine gesehen haben, füge ich zur Erleichterung des Theilungsgeschäfts die Beschreibung einer sehr einfachen und für den Zweck hinreichend genauen kleinen Theilmachine bei: Der Haupttheil der Maschine ist eine Schraube, die in der perspectivischen Zeichnung Fig. 8. Tab. 2. durch den Schieber A A verdeckt,

deren Fortsetzung aber bei B sichtbar ist, und dem an einer Hülse a befestigten eingetheilten Kreis C eine Bewegung um den Mittelpunkt der Schraube gestattet, dieser Kreis muß durch die Friction der Hülse in jeder gegebenen Stellung, während die Schraube umgedreht wird, unbeweglich erhalten werden können. b ist eine an eine Hülse befestigte Kurve zur Bewegung der Schraube, welche durch Zupressen mit der dieselbe haltenden Schraube bei b die Friction des Kreises C vermehrt. Der Kreis ist nicht auf der Fläche, sondern auf der Kante getheilt, damit man bei dem Theilungsgeschäft um deutlich zu sehen den Kopf nicht zur Seite halten muß; das nehmliche gilt auch von dem Stück c, auf welches der Nonius getheilt und an den Schieber A befestigt ist; um aber das Ende der Schraube, welches diese Vorrichtung trägt, nicht zu sehr zu belasten, wird auf eine runde Platte ein Ring gelötet, der die gehörige Breite hat, um die Theilung aufzunehmen und nach den Regeln der Kunst bearbeitet, daß er die artistischen Forderungen erfüllt, welches ebenfalls auf das Stück c anwendbar ist.

Die Schraube ist am Ende des Schiebers so befestigt, das nicht der mindeste Spielraum gestattet ist; bei e ist die Schraubenmutter angebracht,

deren Einrichtung so ist, daß der todte Gang gänzlich vermieden wird; wie diese beiden Forderungen zu bewerkstelligen sind, muß jeder Mechaniker wissen; sollte aber ein Dilettant hier Schwierigkeiten finden, so bin ich erbötig durch Zeichnung zu helfen. Bequem ist es sehr, wenn man eine Schraube fertigen kann, deren Umgänge einen aliquoten Theil irgend eines bekannten Fußmaases entsprechen: ich will z. B. annehmen 0,004 Pariser Fuß. Theilt man den Kopf C in 400 Theile, die jedes 100 für sich des leichtern Zählens wegen unterschieden werden müssen, so hat man 100,000 Theile des Fußes, theilt man den Nonius so, daß er 10thel angiebt so bekommt man Milliontheile desselben, welches hinreichend ist. Kleinere Bruchtheile als Millionthel kann man vernachlässigen.

Daß die Schraube mit der größt möglichsten Genauigkeit gearbeitet seyn muß, ist unerläßliche Forderung, wie sich von selbst versteht. Der Schieber A A hat einen Falz, welchen die Tischler eine Feder nennen, welche sich in einer Nuth bewegt, zur Vermeidung der Friction ist, bis auf einen Zoll an jeden Ende des Stücks B, worin sich der Schieber bewegt, einen Messerrücken stark alles Holz, woran der Schieber A A liegt weggenommen;

der sichern Anlagen wegen wird er durch die beiden mit Rollen versehenen Federn vorwärts gepreßt.

An der hintern Seite ist ein Bret F angeleimt, worauf ein mit einem Fadenkreuz versehenes Mikroskop bei Abtragungen, namentlich der Scalen der gleichen Volumina befestigt werden kann. Bei G sieht man die, den Grabstichel enthaltende Vorrichtung, welche aus der Zeichnung deutlich ist: Es sind Röhmchen, worinne in das äußere Ende Schraubenmütern geschnitten; in das innere aber kleine Löcher gebohrt sind, in welche die konischen Enden der gehärteten Schrauben eingreifen. Zieht man den Grabstichel gegen sich zurück, so verkleinern sich alle Winkel der ganzen Vorrichtung, und die Spitze des Grabstichels kommt von der gezeichneten Stelle nach G zu, wie es der Augenschein lehrt.

Gesetzt nun man will eine Scale theilen, so berechnet man zuvor 1° der Theilung: der Fundamentalabstand soll z. E. 0,543' enthalten, und die Theilung soll Neaumurs Scale geben, so kommt bei der Voraussetzung, daß 1 Rev. = 0,004, auf einen Grad 0,0067875 Fuß. = $1\frac{1}{2}$ Revolution = 0,006 . + 70 + 8 Theilintervalle auf der Scheibe + dem Bruchtheil-Intervall, wenn weder der 7. noch der 8. Theilstrich des Nonius mit ir

gend einem der Theilung zusammen fällt, wenn der 78. den Indexstrich passiert ist.

Nachdem die Scale auf den Schieber mit der Richtung der Bewegung parallel befestigt, das Ziehinstrument winkelrecht auf diese Richtung gestellt, und die Stelle, wo der erste Strich gezogen werden soll genau unter den Grabstichel befindlich ist, drehe man die Scheibe C für sich allein bis der 0 Strich der Theilung mit dem Index des Nonius zusammenfällt, ziehe den Strich nach der gehörigen Länge aus, und drehe die Schraube um $1\frac{1}{2}$ Revolution $+ 78 + 0,75$ Theilintervalle, welches der Nonius anzeigt, herum, ziehe den 2ten Strich, drehe die Scheibe für sich allein auf 0 zurück und wiederhole die Operation bis die ganze Länge der Scale eingetheilt ist; sollte die Schieberlänge nicht zureichen, wird die Scale fortgerückt und die Theilung von Neuem begonnen.

Etwas Nachdenken und Uebung wird jeden, der sich so eine Maschine fertigt oder fertigen läßt, in den Stand setzen recht gute Thermometer- und Barometer-Scalen zu theilen.

Für die Fahr. Scale würde auf 1° kommen $0,0030167'$, das heißt $\frac{3}{4}$ Revolution $+ 1$ Intervall $+$ dem Bruchtheil Intervall, welches man auf dem Nonius erhält, wenn der 7. Strich des

selben beinahe mit irgend einen Theilstrich der Haupttheilung zusammen fällt, nachdem der Iste nach der $\frac{3}{4}$ Revolution den Index passirt ist.

§. 21.

Der Dilettanten wegen sey mir verstattet einige Formen der Thermometer anzuführen, welche nicht so gebräuchlich sind, als die gewöhnlichen:

Fig. 9 stellt das gewöhnliche Thermometer dar, welches blos nach Reaumur, oder auf der einen Seite nach Reaumur, auf der andern nach Fahr. getheilt ist.

Fig. 10 dasselbe mit freistehender Kugel zum Eintauchen.

Fig. 11 ist ein Thermometer von einer sehr starken Glasröhre, dessen Kugel der Durchmesser der Röhre nicht übertrifft, es wird mit Wachs oder Firniß bezogen, die Theilstriche und Zahlen hinein radirt und mit Flußspatsäure geätzt.

Es dient zum Eintauchen in fressende Flüssigkeiten. Das Aetzen mit Flußspatsäure bewirkt man am leichtesten, indem man gepulverten Flußspat in eine hölzerne ausgepichte, oder in eine bleierne Rinne schüttet, denselben mit Schwefelsäure übergießt, umrührt und den zu ätzenden Gegenstand darüber legt. Damit die entbundene

Flußspatssäure nicht entweicht, stellt man die ganze Vorrichtung in einen Kasten mit gut passendem Deckel.

Fig. 12 ist das gewöhnliche Badethermometer, wo Thermometer nebst Scale, die hier gewöhnlich von Papier ist, in eine weitere Röhre eingeschlossen ist. Wegen der schlechtern Wärmeleitfähigkeit des Glases und der ruhigen Luftschicht um die Kugel ist dasselbe sehr unempfindlich.

Fig. 13 das bessere Badethermometer: die Papiercale ist in eine stärkere Röhre eingeschlossen, die Thermometerrohre mit Kugel aber außerhalb derselben.

Fig. 14 und 15 stellt die Einrichtung eines sehr netten Thermometers vor. In ein zierlich gearbeitetes Röhmchen ist das Material der Scale, welches halb durchsichtig seyn muß und dünnes Elfenbein, Veinglas oder mattgeschliffenes Glas seyn kann eingefaßt. Dieses Röhmchen ist in die Rückwand des Kastens, der Fig. 15 von der Seite gezeichnet ist, eingeschlossen, und wird durch 2 Wirbel festgehalten. Die ganze Vorrichtung wird durch 2 Schrauben mit starken Köpfen an das Fenstergewände oder ein Bretchen durch bloßes Anschieben befestigt, wozu die Runden in ein länglich Viereck sich endigenden Löcher des Kästchens dienen.

Da die Thermometerscale halb durchsichtig ist und im Schatten hängt, so bemerkt man die Röhre nicht; die Quecksilbersäule nimmt sich aber als ein schwarzer Strich aus, und da die Grade auch brennend schwarz erscheinen, so läßt sich der Stand des Instruments auf mehrere Schritte aus dem Zimmer ohne das Fenster zu öffnen beobachten.

Fig. 16 und 17. gehört zu einem Vergleichs- oder sogenannten Comparaisonthermometer. Die Thermometerscale von versilberten Messing ist der Länge nach ausgeschnitten, daß die Röhre darinnen liegen kann, dadurch ist der Stand des Quecksilbers auf beiden Seiten zu bemerken; man theilt auf die eine Seite Fahrenheit und Reaumur's auf die andere Celsius und de Lisle's Scale. Zur Erleichterung der Beobachtung läßt es sich, da es vom Bret durch 2 Säulen oder Kloben abgehalten ist, worinne Schrauben befindlich sind, um diese Schrauben, das ist um die Achse der Röhre wenden, wodurch die beliebigen Scalen zu Gesicht kommen.

Fig. 15 ist das Bret mit den oben bemerkten Böchern zum Anfschieben.

Dieses Thermometer läßt sich sehr gut zur Beobachtung für blödsichtige Personen einrichten, wenn man hinter dem Einschnitt einen Streifen

dünnes Elfenbein schraubt und es unbeweglich läßt, und nur eine oder 2 Scalen theilt.

Fig. 18 ist ein Thermometer in einer Glasröhre mit 4 oder 2 Scalen, zu erstern ist das Material Messing, zu letztern Weinglas, mattes Glas, Elfenbein oder Papier. Das untere Ende der weiten die Scale enthaltende Röhre hat eine, mit einer Schraube versehene Fassung, woran sich die weitere messingene mit 4 Löchern in der Gegend der Kugel versehene Sicherheitshülse schraubt. Wenn man einen eisernen Winkel wie in der Figur ans Fenster befestigt und dasselbe einklemmt, so dient es zu meteorologischem Gebrauch, zum Eintauchen braucht bloß die Hülse abgeschraubt zu werden; um es im Zimmer aufhängen zu können hat es oben ein Oehr.

Fig. 19 ist ein Thermometer wo die Röhre an der Kante der Scale herunter geht, man kann auf eine Seite Fahrenheit's, auf die andere Reaumur's Scale theilen.

Neuerdings ist die graphische Darstellung des Thermometerganges wieder sehr in Aufnahme gekommen: Man trägt zu diesen Zweck beliebige gleich große Theile auf eine Vertikallinie, 40 über den 0 Strich und irgend 30 unter denselben, welche die Thermometergrade bedeuten; auf eine Ho-

rizontallinie; trägt man gleiche Intervalle für die Monatstage und für jeden Tag 3 Unterabtheilungen für Früh, Mittag und Abend, zieht man diese Theilpunkte rechtwinklich aus, so bilden sie kleine 4cke, die Thermometerstände bemerkt man zuerst mit Punkten und verbindet sie zuletzt mit Linien, wodurch eine Zickzacklinie für den Thermometerstand gebildet wird, den man sogleich mit einem Blick übersehen kann. Fig. 20. Tab. 11, giebt die Vorstellung.

Neuerdings sind einige Metallthermometer in Taschenuhrform Mode worden, das eine von Brequet in Paris besteht aus einer Spirale von zweierlei Metallen von verschiedner Ausdehnung, dessen Ende als Zeiger gebogen und die auf einer ebenen Platte in einem flachen Uhrgehäus befestigt ist. Das Metall mit der stärkern Ausdehnung ist inwendig, die einseitige stärkere Ausdehnung zwingt die Spirale sich zu öffnen und einen Theils eines Kreises zu beschreiben, der vom Gefrier- bis Siedpunkt in eine einer Quecksilberscale entsprechende Anzahl Theile getheilt ist.

Ein anderes von Brequet und 2 verschiedene von Holzman in Wien sind in Neumanns Physik B. 2 S. 96 u. f. beschrieben, wohin ich Liebhaber verweise.

Unter Pyrometern versteht man Thermometer welche große Hitzegrade angeben sollen; aber auch Vorrichtungen die Ausdehnung verschiedner Metalle und anderer Substanzen zu messen. Zu erstern gehört das Wedgewoodsche Pyrometer aus Thoncy- lindern, die nach Beschaffenheit der Hitze immer kleiner werden (schwinden) und die nach dem Erkalten in 2 gegeneinander geneigte, getheilte Liniale geschoben werden, um die Größe des Schwindens zu messen. Außer Wedgewood mag es wohl niemand viel gebraucht haben. Ich für meine Person glaube daß die Reduction der Wedgewoodschen Grade auf die jedes andern Thermometers nicht sonderlich richtig sind, indem es den Prämissen zu den Schlüssen an mathematischer Richtigkeit fehlt.

§. 22.

Den Thermometerliebhabern füge ich zum Schluß folgende Angaben zur Reduction einer Scale auf die andere bei:

I.

- 1) Um Reaumur's Grade auf Cent. Grade zu bringen, darf man die Anzahl derselben nur $\frac{5}{4}$ multipliciren;
- 2) um Reaumur'sgrade auf Fahrenheit'sche zu bring-

gen multiplicirt man dieselben mit $\frac{2}{3}$ und addirt, wenn es Grade über 0 sind 32 zu, sind es Grade unter Reaum. 0 bis 14,2, so wird die gefundene Anzahl von 32 abgezogen; unter $14\frac{2}{5}$ Reaumür wird 32 von der gefundenen Anzahl Grade abgezogen, welches den gesuchten Fahrenheitischen Grad unterdessen 0 giebt;

- 3) um Reaumürs Grade aus De Lisle'sche zu bringen ziehe man die Anzahl der gegebenen von 80 ab und multiplicire den Rest mit $\frac{11}{8}$, das Product wird dem gesuchten Delisle'schen Grad entsprechen.

II.

- 1) Um Cent. Grade auf Reaumur zu bringen multiplicirt man die Anzahl derselben mit $\frac{2}{3}$; das Product ist der verlangte Grad.
- 2) Um Cent. Grade auf Fahrenheit zu bringen multiplicirt man die Anzahl derselben mit $\frac{9}{5}$, addire, wenn dieselben über 0 sind 32 zu, sind es Grade unter 0 bis zu $17\frac{7}{5}$ so wird die Anzahl derselben von 32 unter $17\frac{7}{5}$, aber wird 32 von der gefundenen Anzahl abgezogen, um den Fahrenheitischen Grad unter 0 zu bekommen.

- 3) Um Cent. Grade auf Delisle'sche zu bringen ziehe man die gegebne Anzahl von 100 ab, den Rest multiplicirt man mit $\frac{2}{3}$, das Product giebt die verlangte Anzahl.

III.

- 1) Fahrenheit'sgrade auf Reaumur'sche zu bringen:
- a) wenn deren Anzahl über $+ 32$ ist, wird 32 davon abgezogen, den Rest mit $\frac{4}{5}$ multiplicirt giebt den verlangten Grad;
 - b) wenn deren weniger als 32 sind, wird die Anzahl von 32 abgezogen und mit $\frac{4}{5}$ multiplicirt giebt den verlangten Grad Reaumur unterdessen 0;
 - c) wenn die Grade unter Fahrenheit 0 sind, werden sie zu 32 addirt und mit $\frac{4}{5}$ multiplicirt, giebt den gesuchten Reaumur Grad unter seiner 0.
- 2) Fahrenheit's Grade auf Centgrade zu bringen ist das Verfahren das nehmliche wie bei den Reaumur'schen, nur daß dieselben mit dem Factor $\frac{5}{9}$ multiplicirt werden.
- 3) Um Fahrenheit's Grade auf Delisle'sche zu bringen wird, wenn die gegebene Anzahl über 32 ist, 32 davon abgezogen; dieser Rest von 180 und der nun gefundene Rest mit $\frac{2}{3}$ multiplicirt

cirt giebt delisle'sche Grade. Für die Stände unter 32 wird der Unterschied des Standes und 32 zu 180 addirt, bei Graden unter 0° Fahrenheit werden 32 und der gegebne Grad zu 180 addirt, die Summe mit $\frac{2}{3}$ multiplicirt giebt den gesuchten delisle'schen Grad.

IV.

1) De Lisle's Grade auf Reaumürsche zu bringen:

a) wenn sie zwischen 0 und 150° liegen wird der gegebene von 150 abgezogen, der Rest mit $\frac{8}{15}$ multiplicirt, welches den verlangten giebt.

b) wenn die gegebenen Grade über 150° liegen wird 150 von den gegebenen abgezogen, der Rest mit $\frac{8}{15}$ multiplicirt giebt den Grad unter 0 nach Reaumur.

2) Delisle'sche Grade auf Cent. Es gilt das nemliche was vom Reaumurschen gesagt ist, nur daß die Reste mit $\frac{2}{3}$ multiplicirt werden.

3) Delisle's Grade auf Fahrenheit'sche:

a) wenn der gegebne Grad zwischen 0 und 150 liegt ist derselbe von 150 abzuziehen, der Rest mit $\frac{2}{3}$ zu multipliciren und 32 dazu zu addiren, um den gesuchten fahrenheit'schen zu erhalten;

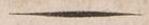
b) liegt der gegebene Grad über 150 hinaus so ist 150 von demselben abzuziehen, und der Rest mit $\frac{2}{3}$ zu multipliciren und Achtung zu geben, ob die gefundene Zahl 32 übersteigt, oder nicht. Bis zu 32 giebt es Fahrenheit'sgrade über 0; der Unterschied zwischen 32 und dem gefundenen Grade giebt Fahrenheit'sche Grade unter 0.

N a c h t r a g.

Während des Abdrucks dieser Anleitung kam ich in den Fall Thermometerkugeln blasen zu müssen. Die Arbeit ließ sich nicht verschieben; ein böser Zahn verursachte mir großen Schmerz, wenn ich mit der gehörigen Gewalt blies.

Gewöhnlich verfertigte ich die Thermometerkugeln, wenn ich nicht mehrere Duzend nöthig hatte, mit einem meiner Gehülfen der mir ins Röthrohr blies, den ich gerade auch nothwendiger brauchte. Ich stellte deswegen den Blasebalg zusammen und richtete mir eine kleine Injectionspritze vor, die Thermometerrohren in die Oeffnung derselben einzulüften zu können. Der Erfolg hat meine Erwartung übertroffen: durch das Einstoßen des Stem-

pels lassen sich die Kugeln mit einer großen Leichtigkeit, schön rund und nach verlangter Größe, ja selbst Kugeln an so feine Haarröhren blasen, daß der Durchmesser derselben bei einem Fundamentstand von mehrern Zollen, die Größe einer kleinen Schrote nicht übertraf. Dieses zur Nachricht für diejenigen die ihre Brust schonen, oder die eine schwache Brust haben und doch Thermometer fertigen wollen.



Barometer.

§. I.

Das zweite bei der Meteorologie vorzüglich gebräuchliche Instrument ist das Barometer, dessen Name, so wie vieler anderer Instrumente, ebenfalls aus der griechischen Sprache entlehnt ist und Schwermesser bedeutet. Seines vielfachen Nutzens wegen ist es eben so merkwürdig als das Thermometer, ja noch merkwürdiger als jenes, denn seine Erfindung erschütterte die scholastische Philosophie in ihren Grundfesten, und von der Zeit seiner Erfindung an wurde die Naturlehre wirklich eine Erfahrungswissenschaft, da die frühern scholastischen Philosophen von Aristoteles an, immer der Meinung waren ein Phänomen erklärt zu haben, wenn sie für dasselbe einen Namen ausgefunden hatten.

So glaubten sie zur Erklärung des Aufsteigens des Wassers in Saugwerken genug gethan zu haben, der Natur einen Abscheu gegen einen leeren Raum anzudichten; kein Scholastiker aber, von Aristoteles bis auf Galliläi, hatte über die Lächerlichkeit, der Natur Leidenschaften anzudichten, ernstlich nachgedacht, denn sonst müßte man doch nach dem Grunde geforscht haben, wie die Natur zu diesen Leidenschaften komme. Galliläi einer der scharfsinnigsten Naturforscher aller Zeiten, welcher schon mehr als Ahnung vom Druck der Luft hatte, ging bei der Erklärung des Aufsteigens des Wassers in Saugpumpen bis zu einer gewissen Höhe, nicht weiter, als daß er den Abscheu gegen den leeren Raum gewisse Grenzen setzte, und man kann es bloß dem Vorurtheil und der Anhänglichkeit an die Jahrhunderte als wahr geglaubten Sätze beimessen, daß er die genügende und wahre Erklärung dieses Phänomens seinem Schüler und Nachfolger Evangelista Torricelli überlassen mußte. So viel Gewalt kann bisweilen verjährtes Vorurtheil auch auf sehr scharfsinnige Köpfe ausüben!

Die Veranlassung zur Erfindung des Barometers war die Anlage von ungemein hohen Saug-

werken in den Großherzoglichen Gärten zu Florenz. Die Verfertiger der Pumpen erstaunt, aller angewandten Mühe und der fortgesetzten Arbeit mit den Pumpen ohnerachtet, das Wasser nicht höher, als ohngefähr 32 Fuß hoch bringen zu können, eilten zu Galliläi, um denselben um Rath zu fragen, was zu thun sey; dieser vielleicht auch zum erstenmal in dem Fall dieses Phänomen wahrzunehmen, äußerte denselben, daß wohl möglich die unbedingte Annahme des Abscheu's gegen den leeren Raum bis ins Unendliche ihre Grenze bei 32 Fuß habe, und hierbei blieb es.

Dem Torricelli scheint die Erklärung seines Lehrers nicht genügt zu haben, wie aus seinen über die Sache fortgesetzten Versuchen erhellet; er vertauschte das Wasser mit Quecksilber, und die Pumpenröhre mit einer gläsernen, füllte letztere mit Quecksilber, verschloß dieselbe mit dem Finger und brachte sie in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäß. Der Erfolg war, daß nach weggezogenem Finger von der Oeffnung, das Quecksilber bis auf ohngefähr 28 Zoll herunter fiel und dort in der Röhre hängen blieb. Der scholastische Schluß den Abscheu gegen den leeren Raum betreffend, war durch diesen Versuch ins Lächerliche gestellt; denn unter übrigens gleichen Umständen

konnte der Abscheu gegen den leeren Raum einmal nicht bei 32' und das anderemal bei 28" aufhören. Torricelli's Schlüsse führten ihn nun darauf, daß nichts anderes als die Luft, das Wasser in den Pumpen bis auf 32' hoch treiben und daß nichts anderes, als dieselbe eine Quecksilbersäule in einer zugeschmolzenen Glasröhre bei 28" Höhe vom Niveau an, schwebend erhalten könne; denn das Quecksilber ist nahe $13\frac{1}{2}$ mal schwerer als Wasser, und 28 Zoll ist nahe $\frac{1}{13\frac{1}{2}}$ von 32 Fuß. Man mag die Pumpen oder die Glasröhre von allen Seiten betrachten, wie man will, so findet man nichts, als die zwar schwere, aber uns unsichtbare Luft, die auf den Versuch einwirkend seyn kann. Folglich muß der Luftdruck eben so stark seyn, als eine 32 Fuß hohe Wasser- oder 28 Zoll hohe Quecksilbersäule von eben dem Durchmesser.

Die Anhänger der alten Lehren boten ihre Kräfte zur Erhaltung des alten Systems auf, gerade wie es die antiphlogistischen Chemiker gegen Lavoisier machten, mußten aber wie diese zuletzt der wahren Erklärungsart das Feld räumen. Unter den wegen der Sache angestellten Versuchen zeichnet sich der nach Torricelli's Tode von Pascal unternommene vorzüglich aus, dessen Ausfall keinen

Zweifel mehr zuließ, daß nichts anderes, als der Luftdruck die Ursache der Erhebung des Wassers in Pumpen und des Erhaltens des Quecksilbers im Barometer sey, welches auch die bald darauf erfolgte Erfindung der Luftpumpe bestätigte. Pascal schloß, um seinen Gegner, den Neuerer Torricelli, mit seiner Erklärung aus dem Felde zu schlagen, daß wenn der Luftdruck die Ursach des viel besprochenen Versuchs sey, bei Verkürzung der drückenden Luftsäule auch die in die Höhe gedrückte Quecksilbersäule kürzer seyn müsse. Um hiermit aufs Reine zu kommen, schickte er seinen Schwager Perrier auf den 500 Toisen hohen Puy de Dome in Auvergne; allein anstatt gegen die Sache zu beweisen, fiel das Resultat der Beobachtung für dieselbe aus, denn das Quecksilber stand 3*) Zoll niedriger, als am Fuße des Berges und hiedurch wurde nicht allein die Wahrheit von Torricelli's Hypothese bestätigt, sondern durch diesen einzigen Versuch wurden auch die Peripatetiker gänzlich aus dem Felde geschlagen, mußten ihrem Axiom non datur vacuum in re-

*) Diese 3 Zoll muß man nicht auf das Haar genau nehmen; die Barometer waren noch nicht ausgekocht, und wer kann wissen wie genau die gebrauchten Maasstäbe waren.

rum natura entsagen, und die scholastische Philosophie wurde umgestürzt. Die Naturlehre wurde von da an Erfahrungswissenschaft und ihre Riesenschritte seit der Zeit möchten sich wohl an die Erfindung eines so einfachen Instruments anknüpfen.

§. 3.

Man merkte gar bald aus den verschiedenen Quecksilberhöhen daß die drückende Luftsäule beinahe immerwährenden Veränderungen unterworfen sey: Otto Guericke scheint vorzüglich darauf aufmerksam gewesen zu seyn. Man merkte ferner, daß bei leichterer Luft schlechtes, bei schwererer hingegen gutes Wetter zu erwarten war, daß man also aus dem Steigen und Fallen des neuen Instruments einigermaßen die künftige Witterung vorher bestimmen könne. Die Leute, deren Geschäfte von günstiger oder ungünstiger Witterung abhängen, suchten sich bald solche Instrumente zu verschaffen, und in der Eigenschaft als Wetterprophet hat sich das Barometer vom Pallast des Fürsten bis zur Hütte des Landmanns in die Wohnungen der Menschen eingedrängt.

Das Barometer nennt man auch den Torricellischen Versuch und den obern Theil desselben die Torricellische Leere.

§. 4.

Nach der Erfindung suchte man den Raum, in welchem die täglichen Veränderungen des Steigens und Fallens liegen, zu vergrößern, daher kommen die verschiednen Einrichtungen und Künsteleien, wovon einige sich bis auf unsre Zeit fortgepflanzt, ob sie gleich alle bis auf das einfache Gefäß- und Schenkelbarometer nicht viel getaugt haben. Man glaubte durch lange Scalen an Richtigkeit der Beobachtungen zu gewinnen, allein verschiedene einwirkende Umstände bringen unvermeidliche Unvollkommenheiten in die Instrumente, daß der Gewinn durch Vergrößerung des Steig- und Fallraums in noch größerem Verhältniß durch Unrichtigkeit vernichtet wird, und also alle gehofften Vortheile verloren gehen. Durch die Künsteleien bekamen die Barometer keinen genauen Gang unter sich selbst, welchen in diese Instrumente zu bringen de Luc vorbehalten war. Um keine Lücke bei den Verbesserungen des Instruments zu lassen, will ich dieselben nach der Reihenfolge anführen.

Tab. III. Fig. 1. ist das Barometer bei seiner Erfindung. Seine Unbequemlichkeit, die erforderliche Menge Quecksilber und Intransportabilität machte, daß man es gar bald verließ, dafür wie in Fig. 2. die Röhre hebersförmig umbog,

und dieselbe mit einer Scale an ein Bret befestigte. Obgleich dieses jetzt allgemein anerkannt das beste und richtigste Barometer ist, so verließen es unsere Vorfahren doch gar bald, weil der Spielraum seines Ganges nach hydrostatischen Gründen auf die Hälfte herunter kommen mußte; denn jede Linie $\frac{1}{2}$ E., um die das Quecksilber in den längern Schenkel fällt, wird auf die Hälfte dadurch gebracht, daß es in den kürzern Schenkel um eben diese Hälfte steigen muß.

Man ging daher auf die frühere Einrichtung zurück und füllte an das Barometerrohr das Gefäß an, wie Fig. 3, oder bließ eine Kugel an das Rohr und bog dasselbe um, wie Fig. 4. Beide Barometereinrichtungen sind gut, und haben sich bis auf den heutigen Tag erhalten, wenn nur die Durchmesser der Gefäße zur Röhre verhältnißmäßig groß genug sind; allein längerer Weg als höchstens 3 Zoll von einem Extrem des Luftdrucks zum andern ist nicht zu bewirken.

Um großen Weg in die Barometerveränderungen zu bringen, schlägt Descartes vor, das Barometer wie in Fig. 5. zu formen, es so zu füllen, daß bis a Quecksilber und im Raum über a und in der schwächern Röhre bis auf eine gewisse Höhe Wasser befindlich sey. Bei dieser Einrich-

tung, selbst wenn sie anwendbar wäre, kann unter günstigen Umständen eine 14fache Vergrößerung des Steigens und Fallens des gewöhnlichen Barometers statt finden; wenn man den Fallraum des Barometer = 2 Zoll setzt. Ganz genau, wenn D der Durchmesser des Gefäßes bei a ; d den der Röhre, worinn das Wasser enthalten ist, und m die specifische Schwere des Quecksilbers nennt, ist der Weg, den das Wasser in dem engen Rohr macht = $\frac{m D^2}{D^2 + (m - 1) d^2}$; allein Huygens fand schon die Unausführbarkeit des Vorschlags, indem sich die in dem Wasser befindliche Luft in den luftleer seyn sollenden Raum erhebt, nicht zu rechnen, was die Wasserdämpfe bewirkt haben würden.

Wahrscheinlich durch die Unausführbarkeit des Barometers des Descartes veranlaßt, schlug Huygens eine andere Einrichtung der Barometer vor, welche sich bis jetzt erhalten und noch häufig durch die Savoyarden ausgeführt und zum Verkauf herum getragen wird; um die Feuchtigkeit aus dem luftleeren Raume zu entfernen, schmelzt Huygens an das Barometerrohr *S. Fig. 6*, zwei weitere gleich große Gefäße a und b an, wo die Linien bei a und b auch die Quecksilber-Stände bezeich-

nen sollen; an das Gefäß bei b wird eine Röhre mit ziemlich enger Oeffnung angeschmolzen, und dieselbe nebst dem Theil von b aus mit einer leichtern Flüssigkeit, Weingeist oder Weinsteinl gefüllt. Daß durch diese Einrichtung der in den Grenzen von 2 Zollen befindliche Spielraum des Steigens und Fallens sehr vermehrt wird, liegt vor Augen; er beträgt, wenn D den Durchmesser der Gefäße, bei a und b, d den Durchmesser der die leichtere Flüssigkeit enthaltenden Röhre und m das Verhältniß der specifischen Schwere des Quecksilbers gegen die leichtere Flüssigkeit welche = 1 gesetzt ist, bedeutet, $\frac{m D^2}{D^2 + (2m - 1) d^2}$, welches in Zahlen ausgedrückt den Spielraum des Ganges des Instruments beiläufig 14mal vergrößert. Diese Barometer haben einen ungleichen Gang unter sich, weil die Durchmesser nicht gut zu messen und die Scalen der Savoyarden gewöhnlich in Kupfer gestochen sind, und für alle Instrumente richtig seyn sollen; die Luft drückt anstatt auf das Quecksilber auf die leichtere Flüssigkeit, durch deren Adhäsion beym Fall geraume Zeit erforderlich ist, um auf den wahren Stand zu kommen; die Flüssigkeit verdunstet und verunreinigt dadurch die Röhre, und endlich unterliegt es thermometrischen Einflüssen.

Dieses schon zusammengesetzte Barometer wollte Hoot noch dadurch verbessern, daß er den Schenkel, der die leichtere Flüssigkeit enthält, in ein Gefäß endigen ließ, welches mit einer zweiten noch leichtern Flüssigkeit gefüllt werden sollte. Durch diese Einrichtung sollte der Druck der Flüssigkeiten unverändert erhalten und die Reibung vermieden werden; auch glaubte der Erfinder die Barometerveränderung durch diese Einrichtung bis ins unendliche vergrößern zu können, welches offenbar unrichtig ist, denn wenn s' und s'' die specifischen Scheweren der Flüssigkeiten der Reihe nach wie sie auf einander stehen bedeuten, so kann die Veränderung nicht über das $\frac{s}{s' - s''}$ fache betragen, welches auf Quecksilber, Weingeist und Weinsteinöl angewandt nicht über den 70fachen Weg des einfachen Barometers betragen kann. Dieses Barometer, auf dessen Verbesserung De la Hire und Amontons auch Ansprüche machen, möchte wohl von allen, die je existirt haben, das schlechteste seyn.

Von dieser Angabe kam Hoot im Jahr 1665 auf sein Radbarometer zurück, welches, da man die wirkende Ursach nicht sieht, und allerhand Verzierungen anbringen kann, bei Leuten die gerade keine Naturforscher sind, und das Instrument als Zim-

merverzierung und Wetterglas gebrauchen, doch einigermassen Glück gemacht hat und noch jetzt bisweilen angetroffen wird.

Fig. 7, stellt eine Andeutung desselben vor: auf der Quecksilber-Oberfläche bei a schwimmt ein Gewicht, von einer Materie gearbeitet, welches keine chemische Verwandtschaft zum Quecksilber hat; es ist an einem über eine Rolle gehenden Faden befestigt, an dessen andern Ende ein Gegengewicht angebracht ist; die Peripherie der Rolle ist so abgeglichen, daß ein Umgang derselben gerade, der Länge des Veränderungsraums des Schenkelbarometers, also nahe $1\frac{1}{2}$ Zoll gleich ist; alles ist verdeckt, und man sieht nur das Zifferblatt bc mit seinem Zeiger. Es ist offenbar, daß durch Gewicht und Gegengewicht beim Steigen und Fallen des Quecksilbers der Zeiger links oder rechts herumgewendet wird, und die Anzahl Zolle und Unterabtheilungen derselben in vergrößerten Maasstabe bemerkt, die das gewöhnliche Barometer angiebt; allein die Reibung und der Straffheitswiderstand des Fadens bewirken, daß es nicht zu genauen Beobachtungen gebraucht werden kann.

Da auf diese Art der Weg der Barometerveränderung nicht zu vergrößern war, so kam, wie Muschenbröck behauptet, Morland auf den Ge-

danken den obern Theil der Röhre, in welchem die barometrischen Veränderungen vor sich gehen, unter einem Winkel umzubiegen, wie Fig. 8. angeht. Bekanntlich richtet sich der Druck der Flüssigkeiten nach der Druckfläche und senkrechten Druckhöhe, erstere kann uns hier nichts angehen, weil wir es nicht mit der Größe, sondern der Veränderung des Drucks zu thun haben; der Druck bleibt aber immer gleich, wenn die senkrechte Höhe die nemliche bleibt, die Röhre mag gebogen seyn, wie sie will, wie aus der Betrachtung der communicirenden Röhren erhellet, daher wird S. Fig. 7, wenn das gemeine Barometer von a bis b fällt oder steigt, das Quecksilber in der schief gebogenen Röhre den Weg von a nach á machen, eben so entspricht die Veränderung von b bis c der von á nach b' u. s. f.; allein die Reibung ist bei dieser Art Barometer sehr beträchtlich, und da das Quecksilber in der schrägen Röhre nicht wagrecht stehen kann, so ist auch durch diese Einrichtung eben so viel verloren, als gewonnen. Auch hat Morland ein Barometer angegeben, welches an einem Wagbalken hängt, und dessen Oeffnung in einem darunterstehenden Gefäß mit Quecksilber eingetaucht ist, die Veränderung wird an einem Gradbogen bemerkt. Nach hydrostatischen Gründen, macht die-

ses Barometer die doppelte Veränderung des gewöhnlichen.

Zur Erhaltung einer großen Scale schlug 1710 Bernoulli ein Barometer vor, dessen Veränderung an dem rechtwinklich umgebogenen untern Ende der Röhre bemerkt wurde, welches derselbe *barometre a l'équerre* nennt, welches Fig. 8, vorgestellt ist: das Quecksilber, das im luftleeren Raum bei *a* steht, reicht bis *c* und bei einer Veränderung bei *a* wird es von *a* bis *c* einen Weg machen, der sich wie das Quadrat des Durchmessers des Gefäßes bei *a* zum Quadrat des Durchmessers der Röhre bei *c* verhält. Reibung und andere Nebenumstände wirken aber so wie bei den zuvor angegebenen Instrumenten, daß also dabei gar nichts gewonnen ist. Der ältere Casini hatte diesen Gedanken früher, aber denselben unausgeführt gelassen.

Amontons hat sich vorzüglich aber vergeblich Mühe bei der Barometerverbesserung gegeben. Dahin gehört sein Meerbarometer, welches bloß eine 3 bis 4 Fuß lange conische mit Quecksilber gefüllte Röhre seyn, durch dessen Verlängerung oder Verkürzung der Luftdruck gemessen werden soll. Außer andern Unannehmlichkeiten, wozu das Erhalten einer streng conischen Röhre gehört, glaube ich, daß die Reibung eine beträchtliche Rolle spie-

len, und daß durch das Schütteln doch Quecksilber auslaufen und das Instrument vernichten wird.

Wozu soll auch den Seefahrern das Barometer? Zur Vorherbestimmung der Witterung etwa? Wieviel hieran ist, wissen wir aus Erfahrung; ohne Zweck den Druck der Luft zu beobachten ist eine unnütze Sache, und die Schiffscapitaine können ihre Zeit besser verwenden, als unnütze Beobachtungen machen; zu dem kommt noch, daß bei Annäherung an die Linie die Barometerveränderungen beinahe Null werden.

Ferner gehört zu den vergeblichen Amontonschen Bemühungen die Angabe eines verkürzten Barometers, die Fig. 9, vorgestellt ist: die erste Röhre von a bis b ist mit Quecksilber, die zweite von b bis c mit Luft, die dritte von c bis d wieder mit Quecksilber gefüllt, durch diese zwei Quecksilber und eine Luftsäule wird das Barometer auf die Hälfte der Länge her abgesetzt, aber auf eine verhältnismäßig größere Breite gebracht werden, 4 Quecksilber- und 3 Luftsäulen würden die Länge auf $\frac{1}{4}$ der Länge; aber 4 mal größere Breite bringen. Die Luftsäulen dienen zur Fortpflanzung des Drucks. Das Quecksilber kann nicht von Luft gereinigt, sondern bloß bei f eingefüllt werden; die

Veränderung bei a beträgt nur $\frac{1}{4}$ der gewöhnlichen, daher die Röhre von d nach e mit einer leichtern Flüssigkeit gefüllt werden soll, wer will mit so einem Instrumente etwas zu schaffen haben?

Die letzte Angabe Amontons betrifft endlich ein Meerbarometer, die Halley dem Engländer Hooft als Erfindung zu schreibt, welches nichts anders als ein Luftthermometer ist, von welchen aber alles schon oben, die Meerbarometer betreffend, gesagt ist.

Aus dem hier aufgeführten Geschichtlichen des Barometers sieht man, daß die größten Gelehrten ihrer Zeit sich vergeblich bemüht haben dieses einfache Instrument durch Complication zu verbessern. In ältern physikalischen Kabinetten findet man bis zu und kurz nach der Zeit, als de Luc seine Untersuchung über die Atmosphäre schrieb, mehrere der ältern Einrichtungen des Barometers; aber keines redet mit dem andern eine übereinstimmende Sprache, diese in die Instrumente zu bringen, und die Einfachheit derselben mit wirklicher Verbesserung auf die Epoche ihrer Erfindung zurück zu führen, war dem Scharfsinn des Herrn de Luc vorbehalten, nach dessen Methode jetzt alle Barometer gefertigt werden, welche auch ich größtentheils beibehalten habe. Nach de Luc's Zeit, wo die Verfer-

tigung mathematischer und physikalischer Instrumente von einer Classe von Menschen unter dem uneigentlichen Namen Mechaniker als Erwerbsmittel vorzüglich betrieben wurde, sind noch unzählige Abänderungen in dem einfachen Bau der Barometer gemacht, von denen die Mehrzahl nicht beschrieben worden ist.

Bis auf Luz Herausgabe seiner Beschreibung aller bekannten Barometer gehören:

1) Das prinzische, welches ein torricellisches Barometer ist, wo das Quecksilber im Gefäß einen Ring bildet, der sich durch Zunahme vom Fallen, als Abnahme durch Steigen blos auf der Fläche vermindert, ohne die Höhe zu ändern, und daher ein beständiges Niveau abgiebt. Diese Barometer sind jedoch so schlecht zu transportiren, daß man sie selten ohne zu ruiniren von einem Nagel zum andern bringen kann. Luz hat dieses Barometer wesentlich verbessert und nach seiner Einrichtung ist es gewiß eins der brauchbarsten.

2) Das von Luz beschriebene Rabesche Barometer ist ein torricellisches, welches zum Transport eingerichtet ist.

3) Das Barometer von Chaugeux mit dem Appendix soll ein unveränderliches Niveau zu Wege

bringen, welches aber nicht wahr ist. Es scheint nicht sehr in Gebrauch gekommen zu seyn.

4) Das Magellansche Barometer, welches viel Aufsehen zu seiner Zeit gemacht hat; öfters wird noch jetzt seine Einrichtung verändert angewendet. Es ist ein Gefäßbarometer; im Gefäß liegt verdeckt und gesichert ein lederner Beutel der durch eine Schraube heraufgepreßt oder zurückgelassen werden kann, dadurch wird das Barometer beym Transport verschlossen, auch beim Aufstellen das Niveau nach einer festen Marke berichtigt, in das Gefäß ist ein Stückchen von dem nehmlichen Barometerrohr eingekittet, worauf die Marke gezeichnet ist. Das ganze Barometer mit seinem schmalen Bret liegt in dem hohlen 3 beinigen Stativ.

5) Das Barometer des Affier Perica ist das vorige, mit dem Unterschiede, daß sich das Quecksilber im Gefäß auf einer Fläche ausbreiten kann; ein Theil des Gefäßes ist von Glas, worauf die Marke gezeichnet ist. Der Franzos Fortin hat ein ähnliches Gefäß vor einigen Jahren angewendet. Das Leder muß einen Ueberzug von elastischen Lack bekommen, daß das Quecksilber nicht durchgedrückt wird.

6) Hat Changeux ein Heberbarometer angegeben, wo man, ohne dabei zu seyn, Beobachtungen

machen und Höhen messen kann. Mit der Ausführung desselben wird sich nicht leicht jemand befassen.

Alle diese Barometer sind in Luz's vollständiger Beschreibung aller bekannten Barometer u. s. w. Nürnberg und Leipzig bei Weigel und Schneider 1784 beschrieben, wohin ich Liebhaber, die diese ältern Instrumente studiren wollen, verweisen muß.

Von Luz bis auf unsere Zeit möchten wohl die merkwürdigsten durch Schriften bekannt gewordenen Barometer folgende seyn:

I) das Humboldtsche. Es ist zu verwundern, wie ein so gut eingerichtetes, sicheres und leicht transportables Instrument hat so in Vergessenheit gerathen können.

Es ist im 2. Band von Gilberts Annalen und von mir selbst in Geißlers Beiträgen beschrieben worden: Ein Fuß mit 3 Horizontirschrauben trägt ein 6 bis 8 Zoll hohes Parallelepipedon von guten trockenem Holz, welches eine eben solche Höhlung der Länge nach enthält, welche blos am untern Ende verschlossen ist. An diesem Stück Holz ist zur Seite ein Stab befestigt, an welchem die 3 Klammern zur Befestigung der Röhre, die Scale und ein Pendel angebracht sind. Die Röhren, deren mehrere dazu vorrätzig sind, haben eine eis-

ferne Fassung, in welcher eine Schraubenmutter eingeschnitten ist; die dorthin passende Schraube hat einen 4eckigten in die Höhlung des Parallelepipedon passenden Kopf. Bei Aufstellung schüttet man Quecksilber in die berührte Höhlung, drückt das untere Ende der Röhre hinein, schraubt die verschließende Schraube auf, klammert die Röhre fest und berichtigt durch Ablassen das Niveau. Das umgekehrte Verfahren wird beim Verschließen angewendet.

2) Pronys Barometer am Wagbalken (Gilberts Annalen Band 2.) ist ziemlich zusammengesetzt, wird dadurch theuer werden und schlecht zu transportiren seyn; das von Moorland an dem Wagbalken möchte besser seyn. Der Einsender des Aufsatzes in Gilbert Ann. mit A. unterzeichnet, sagt bei Gelegenheit der Abnahme des Einstehens der Wage, welches durch Mikroscope bemerkt wird, daß diese Einrichtung an unsern deutschen Wagen fehle; ich behaupte aber, daß eine Wage wo dieses Hülfsmittel angewendet werden muß, gewiß nicht außerordentlich ist. Ich habe Wagen geliefert, welche bei einer Belastung von 16384 Gran bei 0,01 Gran Zulage 20 Minuten im Vogen ausschlugen, diesen Ausschlag wird man wohl mit bloßen Augen wahrnehmen können. Siehe Kastners Physik; Tromsdorfs Journal.

3) Die 3 Contés - Barometer (Gilberts Annalen B. 2.) möchten wohl nichts weiter seyn, als Versuche etwas erfinden zu wollen, welche wahrscheinlich nie in Gebrauch gekommen sind, noch kommen werden.

4) Das gödekingsche Reisebarometer (Gilbert B. 2) mag wohl seine Schuldigkeit recht gut thun; das Gefäß ist nur etwas zusammengesetzt.

5) Das Barometer von Hurter und Haas ist mit vieler Umsicht gebaut; wenn nur das Gefäß eine größere Oefene haben könnte, damit die Oeffnung der Röhre beim Neigen desselben unter Quecksilber bliebe. Man ist beinahe nicht im Stande, es ohne Luft einzulassen zu verschließen. Greens Journal der Physik Th. VII.

6) Das voigtische (Gilbert Band 2.) leistet, außer daß es etwas voluminds ist alles, was man billig fordern kann.

7) Das müllersche (Gilberts Annalen B. 5.) ist das gewöhnliche Gefäßbarometer mit umgebogener Röhre, wo die Durchmesser der Röhre und des Gefäßes in einem bestimmten Verhältnis stehen. Nach dem Verhältnis der Veränderung des Niveau soll die Scale getheilt und die Reduction wegen der Wärme, soll durch eine mechanische Einrichtung bewirkt werden, welche, wenn man einen

Zeiger auf den Thermometerstand stellt, die Barometer-scale um die Größe der Reduction fortrückt. Die zwei andern dort angeführten Ideen möchten wohl wenig praktischen Werth haben.

8) Das Kündworthsche von Benzenberg in G. Annalen B. 9 beschriebene, ist ein Schenkelbarometer, dessen Schenkel so nahe an einandergebo-gen sind, daß sie Raum auf einem durchschnittenen Stock haben; es wird mit dem Stöpsel verstopft, die Scalen sind auf die Röhre geätzt und der Stand wird mit einer Loupe beobachtet.

9) Das Barometer von Maignan (G. Annalen B. 15) ist ein Gefäßbarometer mit einer Einrichtung im Gefäß, das Niveau unverändert zu erhalten. Es mag wohl gut und brauchbar seyn.

10) Das von Englefield (G. Annalen B. 38.) ist ein sich selbst sperrendes Gefäßbarometer in Stockform, welches recht gut seyn muß. Englefield hat eine Tafel zu Höhenbestimmungen beistechen lassen und eine Anweisung zu Höhenmessungen gegeben, welches den Werth dieses Instruments noch erhöht.

11) Das Winklersche (Beschreibung eines einfachen Reisebarometer von Georg Winkler, Wien 1821, gedruckt bei Anton Strauß). Ein Reisebarometer mit beständigem Niveau, welches durch

Hülfe eines Schwimmers auf dem nämlichen Punkt erhalten wird. Das Instrument mag recht gut seyn. Die Beschreibung enthält eine Anweisung zum Höhenmessen und dazu gehörige Tafeln.

Ich habe diese literarischen Nachrichten hiermit angeführt, damit Liebhaber, welche sich Barometer fertigen wollen, die Auswahl haben.

S. 4.

Am gebräuchlichsten sind das Schenkelbarometer, und Gefäßbarometer mit Abänderungen, je nachdem sie transportabel oder nicht seyn sollen. Das Schenkelbarometer, das richtigste von allen, verlangt genau calibrirte Röhren, welches beim Gefäßbarometer nicht so sehr nöthig ist; letzteres aber verlangt ein beständiges Niveau, welches durch eine große Fläche im Verhältniß zum Durchmesser der Röhre, oder durch künstliche Vorrichtung, durch Veränderung des Quecksilbers bis auf eine feste Marke, oder gewisse Höhe, durch einen Schwimmer, oder durch Rechnung, wenn man den Durchmesser der Röhre und des Gefäßes kennt, bewerkstelligt wird; bei den Gefäßbarometern muß auch der Fehler, der von der Wirkung der Capillarität entsteht, berücksichtigt und vermieden werden, welcher bei den Schenkelbarometern, wo beide

Schenkel von der Wirkung der Capillarität afficirt werden, wegfällt. Das Gefäßbarometer kann man als ein Schenkelbarometer ansehen, dessen kürzerer Schenkel einen sehr großen Durchmesser im Verhältniß zum längern hat, wodurch das Steigen und Fallen in demselben unmerklich wird; hat es die Form, wie Fig. 1 und 3 so ist es ein torricellisches; wie Fig. 4 aber ein gemeines Gefäßbarometer.

Man begnügt sich die barometrischen Veränderungen in dem Raum von 2 Zollen beiläufig unter unserer geographischen Breite zu beobachten, daß diese aber recht sicher und genau werden, nimmt man auf die Vermeidung der dioptrischen Parallaxe, und der Fehler wegen der Ausdehnung durch die Wärme Rücksicht; sucht die größern Maas-theile der Scale durch Nonius oder durch die weniger gebräuchlichen Transversalen in sehr kleine Theile zu theilen. Wendet man alle Hilfsmittel an, so kann man die Genauigkeit bis auf $\frac{1}{10000}$ Zoll treiben, wie der Augenschein an von mir gefertigten, bei der hiesigen Sternwarte befindlichen Barometern lehrt.

Die Verfertigung des Barometers im allgemeinen soll die nächsten § §. ausfüllen, dann werde ich vom Nonius und einzelnen Anordnungen der

Instrumente sprechen und den Beschluß mit der Anwendung zu Höhenmessungen machen.

§. 5.

Wer je den torricellischen Versuch gemacht hat, oder Lust hat denselben zu machen, d. h. wer eine ohngefähr 30 par. Zoll lange Glasröhre mit Quecksilber füllt, dieselbe mit dem Finger verschließt und in ein Gefäß voll Quecksilber mit dem untern offenen Ende stellt, wird finden, daß, nachdem die Quecksilbersäule, die dem momentanen Luftdruck entsprechende Höhe angenommen hat, nach fortgesetzter Neigung derselben gegen den Horizont, den Gesetzen der communicirenden Röhren zu Folge, das Quecksilber höher und höher steigen und endlich an dem zugeschmolzenen Ende anstoßen wird; allein der Anstoß wird nicht energisch, sondern der Klang dabei dumpf seyn, und es zeigt sich im luftleeren Raum etwas, welches die Quecksilbersäule von der Wölbung der Röhre zurück treibt; dieses ist Luft, die im Quecksilber vorhanden und an den Glaswänden adhärirend war, und nach weggenommenen Druck ihre Elasticität äußern kann. Auch wird gewöhnlich der Cylinderspiegel, den die gefüllte Röhre bildet, keinen lebendigen Glanz haben, welches einestheils von Staub und einer unendlich

feinen Lage an den Wänden der Röhre befindlicher Feuchtigkeit herrührt. Von diesen drei Dingen muß das Barometer befreit werden, wenn es gut werden soll. Daß das Quecksilber rein seyn muß, braucht kaum erinnert zu werden, denn das verfälschte wird außerdem, daß es Röhren und Gefäße beschmutzt, den Fehler haben, daß es eine andere specifische Schwere, als das reine hat, und daß daher der Stand des künftigen Instruments bei weitem höher seyn muß, als bei einem mit reinem Quecksilber gefüllten. Von der Reinigung des Quecksilbers und den Kennzeichen der Verunreinigung gilt alles, was bei den Thermometern gesagt worden ist.

Zuerst muß man also dafür sorgen die Röhre zu reinigen, welches auf folgende Art verrichtet wird; man nimmt einen Bindfaden, der die Länge der von der Hütte gekommenen Röhren ohngefähr $2\frac{1}{2}$ mal enthält und schiebt denselben, so weit es geht, in die Röhre hinein; verhindert die Reibung das weitere Fortgehen, so hält man denselben mit der rechten Hand in der Richtung der Röhre, die zu diesem Zweck ziemlich senkrecht seyn muß, in die Höhe und stößt die mit der linken Hand gehaltene Röhre nicht allzustark gegen den Fußboden; in kurzer Zeit wird das Bindfadeneende das der

Röhre erreicht haben; man zieht den Bindfaden noch ein Stückchen durch, dreht denselben an der entgegengesetzten Seite hart an der Röhre auf und steckt in die aufgedrehte Stelle ein Flöckchen Baumwolle oder Charpie; nun zieht man die Baumwolle oder Charpie von einem Ende zum andern. Die beschmutzte Oberfläche der Baumwolle wird die Ueberzeugung von der in der Röhre befindlichen gewesenen Unreinigkeit geben. Beim letzten Durchziehen des Bindfadens muß man sich in Acht nehmen, daß sich keine Fasern von demselben ablösen und in der Röhre hängen bleiben; die Baumwolle kann einigemal mit neuer ersetzt werden, damit ja alle Unreinigkeit fort komme.

Die innern Durchmesser der Röhren dürfen nicht unter 1 und nicht über 2 Linien betragen; und wenn man beim Auskochen das Zersprengen der Röhre zuvor vermeiden will, so muß man bei der Wahl derselben darauf sehen, daß die Glasstärke doppelt Kartenpapier nicht sehr übertrifft.

Nach dem Reinigen kann man zum wirklichen oder vorläufigen Zerschmelzen schreiten. Das vorläufige Zerschmelzen geschieht wegen des Calibrirens der Röhren zu Schenkelbarometern, welches man am leichtesten bewerkstelligt, indem man gleiche Volumina oder gleiche Gewichte Quecksilber einfüllt

und zusieht, ob sie gleiche Länge behalten. Da nicht jeder, der Barometer verfertigen will, mit einer guten Wage versehen ist, so ist das Einfüllen gleicher Volumina Quecksilber die weniger mühsame und doch sichere Operation. Um sich ein Gefäß hierzu zu machen schmelzt man eine weite Barometeröhre zu, schneidet mit einer guten Feile das zugeschmolzene Ende von einer zweckmäßigen Länge ab, schleift auf einem Sandstein und hierauf auf einer Glas-, Kupfer- oder andern Metallplatte den Schnitt eben. Füllt man nun dieses Gefäß mit Quecksilber und drückt den Ueberschuß desselben mit einem kleinen Stück Spiegelglas ab, so bekommt man ein wie das anderemal gleiche Raummumfänge Quecksilber. Das Zuschmelzen verrichtet man auf folgende Art: Die Stelle, wo abgeschmolzen werden soll, wird zuvor an der Lampe unter beständigem Drehen in der Schmelzflamme erwärmt, bis es den hinreichenden Grad von Erweichung hat, um zu einer Spitze ausgezogen werden zu können; die bis auf einige Zolle abgebrochene Spitze wird durch verminderte Hitze feiner und feiner gezogen und endlich so abgeschmolzen, daß das Ende sich der Gewölbbform nähert, dann wird die Hitze vermehrt und mit Schmelzen fortgeföhren, bis nahe eine halbkugelförmige Wölbung ge-

bildet ist. Nach dem Zuschmelzen ist die Bestimmung der Länge der Röhre das nächste Geschäft, man weiß zuvor, welche Sorte Barometer man fertigen will, ob die Einrichtung nach Fig. 2, 3 oder 4 werden soll. Das Schenkelbarometer biegt man nicht gern um, sondern verbindet besser beide Schenkel mit einem durchbohrten Parallelepipedon von einem guten Holz oder Elfenbein. Der Zeichnung nach scheint in Fig. 4 das Gefäß angeblasen zu seyn, wie auch häufig geschieht, überlegt man aber, zu welcher Schwäche das Glas ausgeblasen werden muß, um nur ein erträglich weites Gefäß im Verhältniß zum Rohr geben zu können, und zu welcher Zerbrechlichkeit dadurch Veranlassung gegeben wird, so wird man sich leicht überzeugen, daß es weit besser sey ein geschmackvolles hölzernes oder gläsernes Gefäß anzuküthen, als eins anzublasen; das Nähere hiervon, wenn von den Barometern ins Besondere gehandelt wird. Um zur Bestimmung der Länge der Röhre zu gelangen, zeichne man sich auf ein Bret die Länge von 30 par. Zollen, passe daran die Länge der Röhre von künftigem Niveau an Fig. 2, nachdem schon Rücksicht auf das Parallelepipedon genommen ist, in Fig. 2 berücksichtige man die Länge von b nach c ; in Fig. 3 von b nach c mit der Zugabe von b

bis a; in Fig. 3 nehme man beim Umbiegen Rücksicht, daß nach dem Ankürten des Gefäßes die Länge von b nach c ebenfalls 30 Zoll betrage, auf $\frac{1}{4}$, ja auf $\frac{1}{2}$ Zoll, auf oder ab, kommt so viel nicht an, bemerke diese Länge und schneide den Ueberschuß der Länge der Röhre mit einer Feile ab.

§. 6.

In die nicht umgebogenen Barometer kann man das schon durch eine Papierdüte mit einer sehr engen Oeffnung durchgelaufene Quecksilber ebenfalls durch eine Papierdüte bis ohngefähr 4 Zoll vom Ende einfüllen; um dasselbe in die umgebogenen, an denen das Gefäß noch nicht angefüllt ist, mit Leichtigkeit einfüllen zu können, ist es am besten sich ein Stück Barometerrohr an der Lampe in eine Spitze auszustrecken, dieselbe beinahe rechtwinklich umzubiegen und dasselbe als Trichter zu gebrauchen, dadurch wird man leicht das Quecksilber bis einige Zoll unter die Biegung einfüllen können. Nach vollendeter Füllung wird man eine Menge Luftblasen verschiedner Größe bemerken, die dem Quecksilber mechanisch beigemengt sind, die man durch Einbringen einer größern leicht entfernen kann; allein die Luft, die das Quecksilber unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre in sich aufze-

nommen hat, läßt sich nur durch Feuer austreiben, welches man das Auskochen der Barometer nennt.

§. 7.

Zum Auskochen der Barometer bedient man sich gewöhnlich eines Kohlenbeckens mit einem Einschnitt, wie Fig. 10 vorgestellt ist; dieses ist aber nicht unbedingt nöthig, denn ich habe in Ermangelung desselben öfters die Barometer in dem, auf einem gewöhnlichen Küchenheerd, zwischen 3 Backsteinen angemachten Feuer, recht gut ausgekocht; man sorgt dafür, daß die Kohlen, wie in der Figur auf der dem Einschnitt entgegengesetzten Seite eine Erhöhung, die etwas rinnenförmig seyn kann, bilden, und daß man durch Verstopfung der Rüge das Brennen derselben mit Flamme vermeidet. Aus Vorsicht kann man in die Nähe eine Schüssel von Porcelan oder Fayance stellen, um im Fall des Zerspringens der Röhre das Quecksilber zu retten, denn die Röhre springt gewöhnlich nicht am Ende sondern mehr um die Mitte, und auch nicht auf einmal, sondern die Trennung geschieht durch eine Menge nach mehrern Richtungen gehender Risse, welche immer noch so lange zusammen halten, einen Weg von einigen Schritten machen und das Zerbrechen über der Schüssel bewirken zu

können. Im Fall aber ja die Röhre unvermuthet springen und etwas Quecksilber auf die Kohlen kommen sollte, denn das mehrste läuft durch das Kohlenbecken, thut man am Besten, das Kohlenbecken schnell zu fassen, dasselbe mit ausgestreckten Arm von sich weg zu halten und sich rücklings aus dem Zimmer zu entfernen, um an den Ort zu kommen wo man es ohne Gefahr ausschütten, und sich eiligst davon machen kann. Glaubt man ja Quecksilberdämpfe eingeschluckt zu haben, so ist der Genuß einer guten Portion süßer Milch oder eines fettgeschmierten Butterbrods zu empfehlen.

Wenn man alles, selbst auf den schlimmsten Fall, vorbereitet hat, und die Kohlen gehdrig angebrannt sind, ergreift man das Rohr so, daß man es mit der linken Hand, zunächst so nahe an dem zugeschmolzenen Ende, als es die Hitze erlaubt, faßt; mit der rechten aber nach dem andern Ende zugeht, daß der Zwischenraum zwischen beiden Händen 1 Schuh, 15—18 Zoll beträgt. Es ist der Ermüdung wegen gut, die Ellenbogen an die Seiten des Körpers, doch ohne großen Zwang, anzulegen. Nun muß man Muth haben und nicht zittern, sondern das zugeschmolzene Ende der Röhre 5 bis 6 Zoll dem Feuer nähern, und dieselbe immer um ihre Achse drehen. Die in dem Quecksilber einge-

geschlossene Luft wird sich in kleinen staubartigen Bläschen zeigen, welche sich durch successive Annäherung der Röhre an das Feuer, bis auf einen Zoll und drunter, vergrößern und am Ende so groß werden, daß die dem Feuer nächste Stelle der Röhre viel Aehnlichkeit mit dem sogenannten Schwitzen der Fensterscheiben im Winter hat, es werden mehrere Blasen zusammentreten, eine große bilden und ein Stück längst der Röhre herauf laufen. Kurz nach dieser Erscheinung wird das Quecksilber förmlich anfangen zu kochen, die Dämpfe werden die ganze Säule in die Höhe heben und diese wird, wenn die Expansivkraft derselben nachgelassen, mit Energie und begleitendem Getöse wieder herunterfallen; sollte die Trennung der Säule bis zur Größe eines halben oder ganzen Zolles, ja drüber steigen, so hält man die Röhre in einer etwas größern Entfernung vom Feuer, als zuvor; wenn sich keine kleinen Luftblasen an der Stelle des kochenden Quecksilbers mehr zeigen, so rückt man die Röhre einen Finger breit fort. Auf diese Art kommt man nach und nach mit dem zugeschmolzenen Ende der Röhre in den Einschnitt des Kohlenbeckens, läßt obenher das Quecksilber ohne Unterbrechung fortkochen, und rückt weiter; wird die Röhre, wenn sie ohngefähr die Hälfte durch ist, zu

schwer, so faßt man mit der linken Hand das nun schon erkaltete Ende; wenn die Arbeit sich ihrem Ende nähert, und der rechten Hand die Hitze un-erträglich wird, so faßt man die Röhre unterhalb des Einschnitts mit der rechten Hand und setzt das Kochen fort, bis die letzte Luft ausgetrieben ist. Zweckmäßig ist es immer beim Kochen des letzten Stückes, die Nase von der Oeffnung des Rohrs entfernt zu halten; ist das Kochen vorüber, wird die Röhre vom Feuer entfernt, behutsam erkaltet, mit Baumwolle oder Papier, bis man die Gefäße befestigt, verstopft und sicher aufgehoben; wer glaubt, mit einem Mal Auskochen nicht alle Luft aus dem Quecksilber ausgetrieben zu haben, kann dasselbe wiederholen.

Nach dem Auskochen befestigt man die Gefäße an die Gefäßbarometer oder verbindet die beiden Schenkel des Schenkelbarometers durch das Zwischenstück. Die Befestigung wird durch Kitt, dessen Bestandtheile bei dem Thermometer angegeben, oder durch Leim bewerkstelligt. Das Ankitten hat nicht viel Schwierigkeiten: das einzukittende Ende wird erwärmt und mit Kitt bestrichen; in das anzukittende Holz wird etwas Kitt gebracht und durch ein warmes Eisen erweicht, beide Theile werden warm zusammen gesteckt, und nach dem Erkalten

haben sie ihre Festigkeit erlangt. Der Leim hält aber nicht gut unmittelbar an dem Glase, deswegen bestreicht man mit demselben Glase, und windet sie um das Glas bis zur gehörigen Stärke, oder man befeuchtet das Glas mit Leim und windet Berg bis zu eben dieser Stärke mit Leim befeuchtet, herum. Nach dem Trocknen dieser Masse wird sie, nebst dem anzuleimenden Holz mit Leim angestrichen und miteinander verbunden. Nach erlangter Festigkeit wird das fehlende Quecksilber in die Barometerröhre, und soviel als die Sicherheit irgend eines Transports erfordert, damit die Oeffnung beständig unter Quecksilber bleibt, oder das Niveau verlangt, in das Gefäß eingefüllt, und das Barometer in seine natürliche Lage gebracht. Häufig wird die Quecksilbersäule an dem obern Ende hängen bleiben, um diese zu lösen, darf man nur das Barometer in der linken Hand halten, und mit der rechten an jene einen erschütternden Schlag thun, wo es herabfallen wird. Neigt man ein solches Barometer, so wird das Quecksilber mit einem mit Geräusch begleiteten Stoß an das Glas anschlagen, wobei man kein Zerbrechen zu besorgen hat; im Gegentheile wenn Luft im obern Raum befindlich ist, und das Geräusch beim Anstoß des Quecksilbers an das Glas dumpf klingt,

ist immer das Wegsprengen des letzten Endes durch die comprimirte Luft zu befürchten.

Vor dem Ankitten der Gefäße sind ihre Formen schon in die Breter eingestochen, deswegen kann man nach dem Umkehren der Röhre sogleich zur Befestigung schreiten, welche von denen, die mit Metallarbeiten umgehen können, durch saubere Klöbchen, von andern, die letztere nicht machen können, durch Drathbänder bewerkstelligt wird. Nachdem das Rohr auf dem Brete befestigt ist, wird die Scale an ihren Ort geschraubt. Meines Erachtens erlangt man ohne Schenkel- oder Normalbarometer bei Befestigung der Scale keine Sicherheit, selbst, wenn man auf das Niveau sehen, von da aus messen und wegen der Depression durch die Capillarität Rechnung tragen kann. Bei dem Schenkelbarometer ist die Wirkung wegen der Capillarität 0, und wenn die Röhren gut calibrirt sind, ist man gegen jeden Fehler gesichert, wenn nun auch die Scalen gut sind, so sind alle Forderungen, die man an ein gutes Barometer thut, erfüllt. Es ist daher der sicherste Weg, zu einem richtigen Gefäßbarometer zu kommen, die Scale nach dem Stande des Schenkelbarometers zu befestigen. Ehe wir aber weiter gehen, müssen wir wegen derselben aufs Neue kommen.

§. 8.

Die Scalen sind entweder von Metall, Papier, Holz, oder unmittelbar auf der Röhre selbst getheilt. Zum Maas bedienen sich die Deutschen der Zolle des Pied du roi, welche, nach Beschaffenheit der Umstände, in 12, 20 oder 24 Theile getheilt werden. Die Me'tretheilung hat bei den Deutschen kein Glück gemacht. Die Scale der gemeinen Barometer ist gewöhnlich in Kupfer gestochen, in Zolle und 12theilige Linien getheilt, und dabei gewöhnlich die zu erwartende Witterung als Schön, Beständig u. s. f. bemerkt; doch sind mir auch schon Scalen von einem Barometerdilettanten vorgekommen, deren Eintheilung vom Buchdrucker gesetzt und nebst dem beigelegten Kalender Schön, Beständig u. s. f. gedruckt waren.

Bessere Scalen machen solche Dilettanten, die das Barometer nicht mehr als Wetterglas, sondern als physikalisches Instrument behandeln, welche wissen kleinere Theile als 12theilige Linien durch Hülfe der Transversalen zu erhalten.

Fig. 11. stellt diese Scale vor: ABCD ist ein, ein Paar Messerrücken starkes, mit Papier überzogenes Bretchen von hinreichender Länge. EF ist ein an demselben laufender Schieber, woran winkeltrecht das Stück ab befestigt ist, welches zur

Bemerkung des Standes des Quecksilbers und Abschneiden der Theilung dient; dieser Schieber wird durch 2 Federn o u an die Scale angehalten. VW ist das obere Ende der Barometerrohre, an der Linie cd sind die Zolle und Linien der Eintheilung mit Zahlen angemerkt, und von c nach A ausgezogen. Parallel mit cd sind senkrechte Linien gezogen, deren Anzahl von der Größe des Bruchs abhängt, in welche eine einzelne Linie getheilt werden soll, wollte man z. E. Zehntel haben, so macht man 10 willkürlich große mit cd parallel laufende Intervalle, und zieht durch jedes längliche Viereck, wie efcA eine Diagonale, welche man hier eine Transversale nennt, hierdurch wird jede Linie in 10 Theile getheilt, denn in Fig 12. verhält sich nach der Geometrie, wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke $ab : bc = ab' : b'c$ oder $ac : bc = ab'' : b''c'$ u. s. f. Da nun ab' $\frac{1}{10}$ von ab ist, so ist auch $b'c$ $\frac{1}{10}$ von bc oder, ab'' ist $\frac{2}{10}$ von ab, daher ist $b''c'$ auch $\frac{2}{10}$ von bc u. s. f., da nun bc eine Linie bedeuten soll, so sieht man leicht ein, daß das Linial Zehnthelle der Linie nach dem jedesmahligen Stande des Quecksilbers im Barometer, abschneiden wird.

Wollte man $\frac{1}{1000}$ Zolle haben, so darf man nur jeden Zoll in 20 Theile theilen, 25 senkrechte

Intervalle machen und jedes als mit 2 multiplirt anmerken, z. E. bei das 5. kommt 10, bei das 15. 30 u. s. f., es wird bei das 25. Intervall die Zahl 50 kommen, 20×50 aber = 1000 und daher wird jeder Zoll in 1000 Theile getheilt. Die Scalen auf der Röhre selbst werden nach dem Stande des Schenkelbarometers mit Flußspatsäure geätzt, wie beim Thermometer gelehrt worden ist. Man macht die Eintheilung öfters bis auf $\frac{1}{50}$ Zoll und noch feiner.

Die Mechaniker verfertigen ihre Scalen aus Messing, das sie, um die Eintheilung zu heben, nach der Vollendung versilbern. Fig. 13. stellt eine dergleichen vor, die Platte ABCD ist bei ab durchbrochen, um den Schieber cd aufzunehmen, der durch den Kopf e, welcher auf einem Getriebe steckt, das in eine auf der hintern Seite befestigte gezahnte Stange eingreift, durch Umdrehung desselben, längst ab auf und ab bewegt werden kann. Am obern Ende dieses Schiebers ist eine Vorrichtung $\alpha\beta\gamma\delta$ in Form eines durchbrochnen hohlen Würfels angebracht, worin 2 Haare ou ans gespannt sind, um bei der Beobachtung die optische Paralaxe zu vermeiden. Auf der Platte ABCD ist die Eintheilung aufgetragen; der Schieber cd ist an der mit cd bezeichneten Stelle schräg und

beinahe Messerscharf abgeseilt, auf dieser Fläche ist noch eine Eintheilung, die unter dem Namen Nonius oder Vernier bekannt ist, angebracht, von welcher ich noch einiges zu sagen habe.

§. 9.

Unter dem Namen Nonius oder Vernier kennt man eine an Instrumenten angebrachte Vorrichtung, welche bestimmt ist, Bruchtheile der kleinsten Theilintervalle einer Haupttheilung anzugeben. Die Erfindung desselben wird einem portugiesischen Mathematiker Nunez, lat. Nonius, auch einem Essasser Vernier oder Werner beigelegt, und besteht im Allgemeinen in folgendem. Man habe die Eintheilung AB Fig. 14. a und verlange Bruchtheile dieser Intervalle und zwar für den vorliegenden Fall Zehnthelle, so theilt man auf einen an dieser Linie beweglichen Schieber 9 Intervalle der Haupttheilung in 10 Theile, dadurch wird offenbar jedes Intervall um $\frac{1}{10}$ kleiner, die beiden Endstriche müssen aber mit zwei Theilstrichen zusammen fallen. Die Linie ab auf dem Nonius, von welcher man zu zählen anfängt, heißt der Indexstrich. Rückt man den Nonius fort, daß der mit 1 gezeichnete Theilstrich mit dem mit 1' bezeichneten der Haupttheilung zusammen fällt, oder nach der

Kunstsprache coincidirt, so hat sich offenbar der Index um $\frac{1}{10}$ Intervall von 0 aus fortbewegt, rückt man fort daß 2 mit 2', 3 mit 3' u. s. f. coincidirt, so muß der Index um $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$ u. s. f. von 0 nach 1 zu fortgerückt seyn, und der Stand ist nicht 0 geblieben, wie gezeichnet, sondern er ist nach und nach $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$ geworden; anschaulich giebt den letzten Fall Fig. 14. b.

Wenn man die Figur recht ansieht, so bemerkt man, daß die Zahlen auf der Eintheilung und Nonius nach einer Richtung laufen, es ist aber gar nicht willkürlich, welcher Endstrich zum Index gemacht wird. Gesezt die Zahlen der Haupttheilung sollen in der gezeichneten Ordnung bleiben, man wollte aber den Strich des Nonius, der jetzt mit 10 bezeichnet ist, zum Index machen, oder die Bezeichnung des Nonius umkehren, so würde anstatt daß zuvor der 3. Strich einschneitt, jetzt der 7. coincidiren, der Augenschein lehrt aber, daß das Fortrücken um möglich $\frac{7}{10}$ betragen haben kann; sollte aber der unrichtig bezeichnete Nonius dennoch gelten, so müßte man die gefundene Zahl hier $\frac{7}{10}$ von 1 subtrahiren, um das richtige Resultat zu erhalten. Bei den Barometern treten häufig Umstände ein, die die Lage des Indexstriches bestimmen; in der Regel nimmt man beim Ablesen der Bruchtheile der Theilintervalle keine Subtraction

vor, um aber sogleich zum Zweck zu kommen, ändert man den Nonius um, wie in Fig. 15, wo 11 Theile der Haupttheilung in 10 auf den Nonius getheilt worden sind, wodurch jedes Intervall um $\frac{1}{10}$ größer wird. Sieht man die Figur und Bezeichnung an, so bemerkt man sogleich, daß, wenn der auf dem Nonius mit 1 bezeichnete Strich mit 10 coincidirt, der Index a b um $\frac{1}{10}$ fortgerückt ist, coincidirt 2 und 9, 3 und 8, 4 und 7, so ist derselbe um $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{4}{10}$ nach und nach fortgerückt, die Zahlen auf dem Nonius laufen hier mit den der Haupttheilung in entgegengesetzter Richtung, wollte man den mit 10 bezeichneten Strich zum Index annehmen, so würde man wieder subtrahiren müssen. Bisweilen schneidet gar kein Strich, bisweilen steht einer so weit als der andere ab, hier ist das Mittel des Bruchtheils zu nehmen und zum Strich, der zunächst schneidet, zu addiren; stehen die nicht schneidenden Theilstriche in einem andern Verhältniß, so ist nach Schätzung ein verhältnißmäßiger Antheil des Bruchtheils zu zu addiren.

Was hier von 10 als Nenner des Bruchs der Haupttheilung gesagt ist, gilt für jede andere Zahl. Um das vorgetragene allgemein auszudrücken, wollen wir einen Fall bei einem abzunehmenden Barometerstande wählen. Von dem Niveau A, bis zu ei-

nem andern Punkt A', wo das Quecksilber in der torricellischen Leere steht, habe der Indexstrich eine Anzahl der kleinsten Theilintervalle, laut dabei gestochenen Zahlen $= x$ abgeschnitten, der Werth derselben sey mit (") bezeichnet, diese sollen durch Division mit a auf ihren zunächst größern Werth gebracht werden können und mit (') bezeichnet werden. Es sey möglich, die Reduction noch weiter zu treiben, und darnach die Bezeichnung zu wählen, dieses ist aber nur Nebensache; der Index habe aber nicht genau den x ten Strich, sondern etwas darüber geschnitten. Der Unterschied zwischen den x ten und Indexstriche heiße a . Er muß gerade so groß seyn, als der Bruchtheilintervall vom Index bis zum coincidirenden Strich. Der Nonius sey so eingetheilt, daß v Theile der Haupttheilung in $v + 1$ auf den Nonius, oder $v + 2$ Theile der Haupttheilung in $v + 1$ auf den Nonius getheilt worden sind, wodurch im ersten Fall, wenn man die Division von $\frac{v}{v + 1}$, im zweiten von $\frac{v + 2}{v + 1}$ vollstreckt, für jedes Intervall $1 - \frac{1}{v + 1}$ oder $1 + \frac{1}{v + 1}$ kommt; beide Einrichtungen müssen daher $v + 1$ tel angeben. Der y te Theilstrich des Nonius coincidire mit ir-

gend einem der Haupttheilung. Die Länge von A bis A' + $\alpha = x'' + \frac{y''}{v+1} = \left(x + \frac{y}{v+1}\right)''$ welcher Werth, wie angenommen, durch die Division von a auf die zunächst größern Einheiten gebracht werden kann. Gesezt aber es schneide der yte Theilstrich nicht scharf, sondern die Coincidenz falle zwischen den yten und zten so, daß zum Einschneiden der yte $\frac{1}{m}$, zum zten $\frac{1}{n}$ fehle, daß daher das Verhältniß $\frac{m}{m+n} : \frac{n}{m+n}$ obwalte, so hat man für

$$A \text{ bis } A' + \alpha = x'' + \frac{y''}{v+1} + \frac{m}{m+n} \cdot \frac{1}{v+1}'' = \left(x + \frac{y}{v+1} + \frac{m}{m+n} \cdot \frac{1}{v+1}\right)''.$$

Zur Erklärung folge ein Zahlenbeispiel: Der Barometerstand sey in Linien ausgedrückt, der Zuder habe etwas über $330''$ gestanden. Auf den Nonius seyen 9 oder 11 Theile der Haupttheilung in 10 getheilt, und der 7te Strich habe coincidirt, daher hat man für den Stand $330 + \frac{7''}{10}$ durch 12 div. kommt $27'' 6 \frac{7''}{10}$; der 7te Theilstrich schneide aber nicht scharf, und der 8te auch

nicht, nach Schätzung sey gefunden, daß bei dem 7ten zur Coincidenz ein Theil fehle, wenn bei dem 5ten 3 fehlen, oder daß das Verhältniß von $\frac{7}{4} : \frac{3}{4}$ obwalte, so hat man zu dem gefundenen Werth noch zu addiren $\frac{3}{4}$ von $\frac{7}{10}$ einer Linie $= \frac{3}{4} \cdot \frac{7}{10} = \frac{21}{40} = 0,025$, bringt man nun $\frac{7}{10}$ und $\frac{21}{4000}$ unter einen Nenner, so kommt $\frac{725}{1000}$ und der ganze Werth des Barometerstandes $= 27'' 6,725''$.

Verlangt jemand bei seinem zu fertigenden Barometer die Theilung bis auf $\frac{1}{1000}$ Zoll ohne Schätzung zu treiben, der theile den Zoll in 20 Theile, rechne jedes Intervall für 50 und theile entweder 24 oder 26 solcher Intervalle in 25 Theile auf den Nonius, und zähle jedes Intervall für 2, daß also bei dem 5ten die Zahl 10, bei dem 25ten die Zahl 50 zu stehen komme. Da jeder $\frac{1}{20}$ Zoll in 50 Theile getheilt worden, und $20 \times 50 = 1000$ ist, so muß diese Anordnung $\frac{1}{1000}$ Zoll angeben.

§. 10.

Die Schenkelbarometer richtet man zum Transport ein (Barometer zu Höhenmessungen oder Reisebarometer) oder nicht (Zimmerbarometer). Erstere Einrichtung verlangt eine Anordnung der Theile, die das Herauslaufen des Quecksilbers aus den Röhren während des Transports verhindert, wels-

ches man durch einen Hahn oder durch verstopfen, oder, nach Gay Lussac, durch eine kleine Oeffnung, durch welche das Quecksilber nicht auslaufen kann, bewirkt.

Die einfachste untransportable Einrichtung des Schenkelbarometers ist folgende: Fig. 16. die Barometerröhre werde umbogen und die Kloben *abc* so wenig passend gemacht, daß dieselbe darin auf und nieder geschoben werden könne. Bei *d* sey ein Schraubekopf ins Bret und an diesem eine seidne Schnur befestigt, die bei *a* mit der Röhre verbunden ist. Durch Umdrehen des Kopfs *d* und Auf- oder Abwinden der Schnur kann man das Auf- oder Niedersteigen der Röhre bewirken; bei *g* ist ein feiner Strich, der Nullpunkt der Theilung, gezogen, und von diesem aus ist durch unmittelbare Messung die Scale befestigt. Wenn nun das Quecksilber im längern Schenkel um eine gewisse Größe steigt oder fällt, wird es um die nehmliche Größe im kürzern gefallen oder gestiegen seyn, oder die Wirkung des Steigens und Fallens wird die Hälfte derjenigen des Gefäßbarometers seyn; diese Hälfte des Steigens und Fallens muß regelmäßig über oder unter dem *o* Strich bemerkt werden können. Bewegt man die Röhre durch den Kopf *d* auf oder nieder, bis der scharfe Rand des Queck-

silbers mit diesem Strich zusammenfällt, so kann man auf der Scale f den ganzen Raum, den das Quecksilber durchlaufen hat, bemerken und ablesen. Das Quecksilber im kürzern Schenkel oxidirt sich sehr bald, hängt sich an die Glaswände an, und macht daher das Zero oder o der Säule unsicher, deswegen hat man einen bei e gezeichneten Wischer, dessen Stäbchen von Fischbein gemacht und mit Baumwolle am untern Ende umwunden ist, bei der Hand, womit man vor jeder guten Beobachtung den kürzern Schenkel reinigt.

§. II.

Eine Einrichtung des Schenkelbarometers mit einer Scale, welche schon zum Transport eingerichtet ist, zeigt Fig. 17. Die beiden Schenkel sind hier in ein Parallelepipedon ab von hartem Holz, Elfenbein oder Eisen gekittet oder geschraubt, die punktirte Linie zeigt die Richtung des gebohrten Lochs, das bei a und b nach dem Bohren wieder luftdicht verschlossen worden ist. Zum Sperren des Quecksilbers dient ein Hahn c, der von Kork, gutem hartem Holz, Elfenbein oder Eisen seyn kann; sperrt man mit dem Hahn, so muß im kürzern Schenkel etwas Quecksilber übrig bleiben, dessen Auslaufen aus demselben bei der Um-

wendung zum Transport durch eine bei h angefügte elfenbeinerne, hörnerne oder eiserne Hülse, in welche eine Schraubenmutter geschnitten und mit einer Schraube versehen ist, verhindert wird. Damit durch die Ausdehnung bei erhöhter Temperatur das Quecksilber den langen Schenkel nicht zersprengt, wenn es sich keinen Ausweg durch den Hahn bahnen kann, ist es gut, in das Parallelepipedon bei k ein kleines Loch zu bohren und es mit einer Feder, an deren Ende ein kleines Stück Leder geleimt ist, zu verschließen, welche die durch die Wärme verlängerte Quecksilber-Säule aufhebt, und den Ueberschuß desselben entweichen läßt. Bei der Verfertigung der Hähne sieht es aus, als wenn die Bearbeitung von Kork ungemaine Schwierigkeiten hätte; es ist aber nicht so schlimm, als es das Ansehn hat. Man bearbeite sich einen hölzernen oder andern Stift, den das Quecksilber nicht angreift, und lasse denselben in dem Wirbel des Hahns endigen; auf diesen Stift leime man einen feinen wenig löcherigen Kork und drehe denselben mit rechten scharfen Drehwerkzeuge nach der durch das Loch bestimmten Größe, ab; eine recht scharfe Schlichtseile wird ihm die letzte Feinheit geben. Damit das Loch beim Gebrauch nicht zufalle, ist es am besten in

dasselbe ein Stück Federkiel zu befestigen. So kann man über einen hölzernen Hahn eine gepresste lederne Büchse leimen und dieselbe abdrehen, oder denselben ganz von Lederscheiben, wie die Luftpumpenstempel, machen. Man kann aber den Hahn auch ganz entbehren, und mit dem Wischer i sperren. Zu diesem Zweck ist bei d der kürzere Schenkel an der Lampe etwas eingezogen und verengt worden, sorgt man nun dafür daß das Quecksilber, welches man durch Neigung des Instruments zum Anstoßen im leeren Raum gebracht hat, im kürzern Schenkel noch bis d reiche, und drückt den Wischer in die Verengung hinein, so kann man das Barometer ohne Sorge dem längsten Transport aussetzen, wenn es nur vor kurzen und harten Stößen gesichert und in umgekehrter Lage erhalten wird.

Die Einrichtung zur Beobachtung des wahren Standes ist folgende: AB ist ein starkes Liniat, welches durch zwei Schrauben $\alpha\beta$ und untergelegte Federn zwar auf das Bret festgehalten wird, der Einschnitte wegen aber eine Bewegung auf und nieder zuläßt; bei d ist der Nullstrich der Theilung oder das Zero, bei e ist ein Getriebe mit einem ränderirten Kopf befestigt, welches durch seinen Eingriff in die gezahnte Stange das Liniat

längs des Barometerbrets bewegt; von dem Punkte δ aus ist durch unmittelbare Messung die Scale g befestigt worden. Welches Spiel bei den Barometerveränderungen vorgeht liegt klar vor Augen: der Fall des Quecksilbers im längern Schenkel bewirkt ein Steigen im kürzern, um die nehmliche Größe, um welche sich das Quecksilber über δ erhebt. Rückt man mit dem ränderirten Kopf e den Schieber AB so weit fort, bis der Nullstrich bei δ mit dem scharfen Rande des Quecksilbers zusammenfällt, so ist auch die ganze Scale soweit fortgerückt und der Fallraum in der torricellischen Leere verdoppelt worden; rückt man nun den Nonius auf der Scale g fort, bis der Jedy oder die Haare den Quecksilberrand schneiden, so hat man die Veränderung des Luftdrucks zur Zeit der Beobachtung.

§. 12.

Die dritte Art der Einrichtung des Schenkelbarometers ist wie die vorhergehende, nur daß der bewegliche Schieber weggelassen und dafür an dem kürzern Schenkel eine Scale angebracht ist. Diese Scalen sind Fig. 18 mit A und B bezeichnet und so eingerichtet, wie oben angegeben worden ist. Es ist beliebig den Nullpunkt der Theilung bei a

oder b festzusetzen. Wählt man den ersten Fall, so laufen die Zahlen einmal von a nach b, des andern von a nach c zu, oder die Null steht in der Mitte; von dieser 0 aus ist die obere Scale B durch Abmessung befestigt. Fällt das Barometer, so wird es von a nach b zu steigen, und dieses Stück muß vom Stande der obern Scale abgezogen werden; steigt es, so wird es von a nach c zu fallen, und dieses Stück muß zur Angabe der obern Scale addirt werden, um, wie vor Augen liegt, den richtigen Stand zu erhalten. Uebrigens mag so viel oder so wenig Quecksilber im kürzern Schenkel sich befinden als da will, wenn nur die obere Scale von 0 aus richtig befestigt ist, müssen nach den Gesetzen des Drucks der Flüssigkeiten in communicirenden Röhren immer einerlei Resultate fallen. Deswegen kann man auch den Nullpunkt bei b setzen und in der Reihe fort nach c zu zählen, nur muß man immer die Größe von 0 bis zum Stande des Quecksilbers im kurzen Schenkel zu dem Stande im längern Schenkel addiren, um den wahren Stand zu erhalten.

1. 13.

Die Einrichtung, die Gay Lussac dem Schenkelbarometer gegeben, nämlich die Eintheilung auf

auf der Röhre selbst anzubringen, welche auch in Deutschland gebräuchlich und wenn ich mich recht erinnere, wohl schon vor Gay Lussac bei Barometern, für Liebhaber, angewendet wurde, ist sehr gut; weniger gut aber ist seine Einrichtung, das Schenkelbarometer zum Transport geschickt zu machen. Fig. 19 stellt dieselbe vor: der kürzere Schenkel ist auch zugeschmolzen, um aber der Luft Communication zum Druck zu schaffen, ist bei a ein sehr kleines Loch befindlich, durch welches bei Umwendung, wegen der Haarröhrenwirkung, kein Quecksilber auslaufen kann. Das Zuschmelzen bringt den Nachtheil mit sich, daß man keinen Wischer anwenden kann, in kurzer Zeit wird das Quecksilberoxid an der Stelle der Bewegung dieses Halbmetails, sich an die Röhre als ein schwarzer Schmutz anhängen, dieselbe nach und nach undurchsichtig machen und so die Beobachtungen vereiteln. Gay Lussac schlägt auch vor, um das Zerspringen der Röhre durch Anschlagen des Quecksilbers zu verhindern, dieselbe am obern Ende erst etwas einzuziehen und dann gewölbt und etwas kugelförmig auszublafen. Die Einrichtung ist unnütz, weil das energische Anschlagen des Quecksilbers, wenn der Raum völlig luftleer ist, keinen Schaden bringt; ist aber etwas Luft darinn ent-

halten, wird das gewölbte Ende weggesprengt werden.

§. 14.

Wenn man sich ein Schenkelbarometer gemacht hat, lassen sich die Gefäßbarometer darnach berichtigen. Oesters ist mir der Fall vorgekommen, daß die Barometerfertiger in Ermangelung desselben, wenn sie vom Niveau aus beim Gefäßbarometer messen konnten, nach dieser Messung die Scalen anschraubten. Zwei auf diese Art berichtigte Barometer von verschiedenen innern Durchmesser werden nie einerlei Stand haben; den größten Fehler macht die Wirkung der Kapillarität, einen weniger großen die Ausdehnung des Quecksilbers, wenn diese Operation bei verschiedenen Wärmegraden vorgenommen wird; diesen zu Gefallen theile ich hier eine Tafel mit, um wieviel niedriger das Quecksilber im Barometer, nach dem Verhältniß des Durchmessers der Röhren, der Haarröhrchenwirkung wegen steht, welche Größe also zugesetzt werden muß. Diese Methode ist übrigens nicht zu pardoniren, weil die größte Genauigkeit doch nicht zu erreichen ist.

merer Durchmesser in pariser Linien:	Depression in pariser Linien:
0,8866	2,021
1,33	1,286
1,773	0,9039
2,268	0,6676
2,66	0,5089
3,103.	0,3907.

Die Reduktion wegen der Ausdehnung soll später folgen.

Ein sehr einfaches und billiges Zimmerbarometer stellt Fig. 20 vor: das Rohr ist umgebogen und das hölzerne angefüllte Gefäß ist halb in das Bret eingelassen. Zur Sicherheit ist ein parallelepipedalisches Stück Holz, wo hinein die Biegung der Röhre eingestochen ist, mit ein Paar Schrauben aufgeschraubt.

Ein einfaches torricellisches ist in Fig. 21 abgebildet, dessen Gefäß im vergrößerten Maasstab Fig. 22 a und b giebt: das Gefäß ist von gutem trocken Holz gemacht, in dem Deckel ist bei cc Kork, in welchen die mit Blase und Leim umwundene Barometerrohre eingeleimt ist, a und b sind 2 Reservoirs, die in Fig. 22 b im Grundriß zu sehen sind, diese beiden Reservoirs sind durch das zweite Loch β und 4 kleinere $\alpha\alpha\alpha\alpha$ miteinander

der verbunden; Gefäß und Röhre sind so aneinander gefeimt, daß beim Umwenden die verengte Oeffnung der Barometerröhre beständig unter Quecksilber steht, sich daher selbst sperrt und dadurch zum transportablen Barometer wird. Stellt man den Durchmesser der Röhre zum Durchmesser des Gefäßes wie 1 : 10, so verhalten sich da die Aenderungen, die durch Steigen und Fallen in beiden hervorgebracht werden, wie die Quadrate der Durchmesser; die Störung des Niveau wird daher im Verhältniß wie 1 : 100 statt finden müssen. Das heißt, wenn z. E. das Barometer um 1 Linie fällt, erhöht sich das Quecksilber im Gefäß um $\frac{1}{100}$ Linie. Hat man nun den Stand bemerkt, bei welchem das Instrument berichtigt worden ist, so kann man leicht den wahren Stand durch Rechnung finden, und es ist daher auch zu Höhenmessungen zu gebrauchen. Der Genauigkeit der Verhältnisse wegen ist zu bemerken, daß der Quadratinhalt der Röhre incl. der Glasstärke vom Quadratgehalt des Gefäßes abgezogen werden muß, um die wahre Veränderung zu bekommen, oder es muß bei Anlage der Niveau-Veränderung dafür Rechnung getragen werden. Es sollen sich z. E. die Durchmesser der Röhre zum Gefäß verhalten wie 1 : 10, dadurch wird die Veränderung 1 : 100,

aber es soll die Röhre incl. der Glasstärke $1\frac{1}{2}$ Theile, wenn der Durchmesser ohne Glasstärke 1 gesetzt ist, bedeuten, so wird der Flächengehalt $1^2 \pi = 1,76$, dieses von 100 abgezogen, giebt 98,24. Die Veränderung des Niveau verhält sich daher 1 : 98,24, welches eine unbequeme Rechnung giebt.

Um zuvor die Anlage zu machen, sey das Verhältniß der Ab- oder Zunahme des Niveau 1 : a^2 , dann der Durchmesser der Röhre in Lichten d , der Durchmesser derselben incl. der Glasstärke d' , der Durchmesser des Gefäßes D , so ist nach der Voraussetzung $1 : a^2 = d^2 : D^2 - \frac{d'^2}{4} \pi$,
 daher wird $D = \sqrt{a^2 d^2 + \frac{d'^2}{4} \pi}$. Wonach also der Durchmesser des Gefäßes einzurichten ist.

§. 15.

Zu Reisebarometern hat man nicht allein die Schenkelbarometer angewandt, sondern auch Gefäßbarometer zum Transport eingerichtet, wovon wir mehrere, mit Vortheilen und Nachtheilen, bekannt worden sind. Das Nachdenken über diesen Gegenstand bei einer Bestellung brachte das folgende Reisebarometer zum Vorschein. Ich muß öffentlich

bekennen, daß es seine Schuldigkeit bei jeder Gelegenheit gethan hat, ohne daß ich mich, wie mit andern, habe plagen müssen und ohne ängstlich zu seyn, Luft in die Röhre zu bekommen, habe mit dem Instrument arbeiten können; ohne daß ich wegen Anstoßen des Quecksilbers im Gefäß, oder Richtigkeit des Niveau in Zweifel war, u. s. w. Fig. 23 a stellt es theils im Durchschnitt, theils von der vordern Seite, wo der Durchschnitt nicht zulässig war; Fig. 24 aber, wie es in dem Stativ, welches zugleich seine Hülle bildet, vor. Die Barometerrohre liegt in einem messingenen Rohr ABCD, dessen oberes Ende durch den Deckel b verschlossen ist, in dem sich die Vorrichtung mit dem losen nach allen Richtungen beweglichen Ringe a befindet, um es im Zimmer an jedem Nagel aufhängen zu können. Bei a a ist Kork eingefüttert, in welchem das obere Ende des Barometerrohres fest liegt, um jede Bewegung zur Seite zu verhindern. Bis hieher war die Zeichnung im Durchschnitt; von cc bis dd ist sie die vordere Ansicht; die Röhre ABCD ist von cc bis dd auf den 2 entgegengesetzten Seiten flach gefeilt, wie in Fig. 23 b, die Linien a' b' und c' d' zeigen; um bei c' d' den Nonius aufzunehmen, bei a' b' aber eine Durchsicht zu bekommen, um den Barometerstand recht

genau abnehmen zu können. Die Oeffnung an der hintern Seite ist mit weißseidenem Bande verschlossen, wodurch das Barometerrohr in ein gedämpftes Licht zu sehen kommt, welches zur genauen Abnahme des Standes sehr vortheilhaft ist. Die Lage und Einrichtung des Nonius geben die Figuren 23 a, b, c. In Fig. 23. a ist $\alpha\beta\gamma\delta$ ein Rähmchen, in welchem, von allen Seiten in der Mitte, die Schraube ef sich bewegt, die Schraubenmuttern bei $\beta\gamma\delta e$ sind in eine dahinterliegende Feder, die die Form des Rahmens hat, und blos etwas breiter ist, wie Fig. 23 b bei mu zu sehen, eingeschnitten, in diesem kleinen Rahmen ist ein parallelepipedalisches Stück Messing eingepaßt, in welches die Schraubenmutter der Schraube ef eingeschnitten, welches Fig. 23 a mit punktirten Linien angegeben und mit g bezeichnet ist. Die Schrauben bei $\beta\gamma$ halten einen Deckel i über das cylindrisch gedrehte Ende der Schraube ef , und pressen das die Form des Nonius habende Stück i stark auf, damit der kleine Rahmen $\beta\gamma\delta e$ mehr Friction, als der Nonius selbst bekommt; letzterer ist blos mit der Schraube g leicht an das durch die Schraube ef verschiebbare Parallelepipedon befestigt; an das untere Ende desselben ist ein Ring, dessen Oeffnung größer als der Durch-

messer des Barometerrohres ist, in allen 3 Figuren mit h bezeichnet, befestigt. Diese Befestigung ist in Fig. 23 a bei h , Fig. 23 c bei c' zu sehen, er bildet mit dem Nonius eine winkelrechte Ebene, die zum Abschneiden des Quecksilbers bei Beobachtung des Barometerstandes dient, deswegen ist Fig. 23 a bei h der winkelrechte Einschnitt, der in der Ebene der Indexstriche beider Nonien mit der Fläche jenes Ringes zugleich liegt. Der Nonius wird durch die an dem Ring befestigte kleine Feder p Fig. 23 c zurückgezogen und dadurch auf die Fläche des Einschnitts cc dd festgedrückt. Bei den Beobachtungen schiebt man diese ganze Vorrichtung mit der Hand aus dem Groben fort, um die Fläche bei h an den Quecksilberrand zu bringen; der feinere Zusammenfall der Ebenene, über welche man zur Vermeidung der optischen Parallaxe wegwisirt, mit dem Quecksilberrand im leeren Raum wird durch die Schraube ef bewirkt. kk sind 2 Zapfen zum Einhängen des Instruments ins Stativ, welches zur Aufnahme desselben mit einem Schweberinge, wie an den cardanischen Lampen versehen ist, damit sich das Barometer selbst senkrecht stellen kann, und keiner weitem Verichtigung bedarf. l ist ein Boden mit einem Loch, etwas weniges weiter als die Barome-

terröhre, um dieselbe, wenn sie etwas krumm wäre, in der Achse der Röhre A B C D zu erhalten, und Oscillationen beim Transport zu vermeiden. Am untern Ende der Röhre A B C D sieht man, wie das Thermometer angebracht ist, dessen Kugel bis in das Quecksilber des Gefäßes herabreicht, und daß diese Röhre bei C B durch Einlöthen eines Stückes Messing eine engere Oeffnung erhalten hat, dieses eingelöthete Stück Messing endigt sich mit dem Ansatz $\sigma\tau$, welcher wegen des Durchschiebens des Thermometers an der Stelle, wie die Figur zeigt, durchbohrt ist. Ein messingerner Ring $\xi\varrho$, in welchem eine Nuth eingeseilt ist, um von oben herein über die Thermometerrohre geschoben werden zu können, und auf dessen Oberfläche eine Schraube gedreht ist, setzt sich gegen den Ansatz $\sigma\tau$ und ist mit 3 Schrauben befestigt, deren Köpfe tiefer als das Schraubengewinde auf dem Ringe $\xi\varrho$ stehen, um die Wirkung der Schrauben nicht zu verhindern, welche dazu dient, das Instrument beim Transport in sein Stativ zu befestigen und in einer unverrückten Lage zu erhalten. Eine jener Schrauben ist in der Zeichnung bei ξ sichtbar. In die verengte conische Oeffnung der Röhre A B C D ist ein Stück Eisen m n o p eingepaßt, an welchem sich eine elfenbeinerne Röhre, die so

dann, wie eine starke Zwiebelschale gedreht und mit $uvwx$ bezeichnet ist, ohne allzugroßen Spielraum auf und nieder bewegen kann, welche hier als Schwimmer zur Verichtigung der Unveränderlichkeit des Niveau dient, das Herunterfallen desselben wird durch die Stifte bei op verhindert; bei wx sieht man, daß der Schwimmer zum besseren Aufsitzen auf die Oberfläche des Quecksilbers in einen schwachen Ring von stärkern Durchmesser sich endigt, es versteht sich, daß dieser Ring, um sich nicht am Thermometerrohr zu reiben, an der Stelle gehörig ausgefeilt sey. Die punktirte Linie bei wx ist das Niveau des Barometers. An seinem obern Ende ist der Schwimmer, wie in der Figur, ausgefeilt; auf dem eisernen Cylinder mno aber ist bei uv eine feine Linie eingedreht, die in der Zeichnung punktirt angegeben ist. Der Zusammenfall der eingefeilten Schwimmerkante mit dieser Linie bestimmt die Richtigkeit des Niveau oder im entgegengesetzten Fall, die Nothwendigkeit der Correction, durch Auf- oder Zuschauben des das Quecksilber enthaltenden Gefäßes $DEFGHI$. In dem eisernen Cylinder mno ist die eiserne oder eisenbeinerne Schraube $qrst$, die sich bei st in ein Gefäß, das durch die Dilatation aus der Barometerrohre getretene Quecksilber aufzunehmen,

endigt, eingeschraubt, die gegen das Ausschrauben, wenn diese Operation mit dem Gefäß DEFGHI vorgenommen wird, durch die eingebohrten Stifte bei o p gesichert ist.

Das Gefäß DEFGHI ist aus Eisen gedreht; in einer Fläche mit dem Boden des Gefäßes bei FG ist die der Schraube qrst entsprechende Mutter a b eingepaßt und durch 2 Schrauben mit dem engern Theile des Gefäßes verbunden. Nach dem Einpassen wird die cylindrische gedrehte Mutter auf 2 Seiten flach gefeilt, damit das Quecksilber des engern Theils des Gefäßes, worinn die Sperrvorrichtung befindlich ist, mit dem, im weitem Theil desselben, Communication habe. Es ist am untern engern Theile des Gefäßes ein Ring c d befindlich, welcher bei I I mit seinem Leder bezogen ist, welcher, wie man sieht, das Quecksilber in der Barometerrohre absperret; der Boden des Gefäßes besteht aus einem hohlen Cylinder gh, dessen oberes Ende 4eckig durchbrochen ist, um den sich in eine Schraube endigenden parallelepipetalischen Stab f aufzunehmen und das Umdrehen um seine Achse zu verwehren, wenn die Schraubenmutter i k bewegt wird; dieser parallelepipetalische Stab endigt sich in eine hölzerne Convexität, die durch die angedeutete spiralförmig gewundene Feder gegen

die Oeffnung der Barometerrohre gepreßt wird, die nur durch die Kraft der Ausdehnung des Quecksilbers zurückgetrieben werden, und wodurch dieses in den Raum *r r* austreten kann, welcher durch das Zurücktreiben der Feder erweitert wird. Die Schraubenmutter *ik* dient zum Zurückziehen des überspannten Leders, wodurch dasselbe statt der ebenen in der Zeichnung angegebenen Form eine concave annimmt, und daher vor dem Verschließen mehr Quecksilber fassen kann, um bei Zusammenziehung desselben einen Vorrath zur Ausfüllung des entstandenen leeren Raums in der Röhre zu haben.

Fig. 24 giebt eine Andeutung des Stativs an; wie schon erwähnt, ist es inwendig ausgehöhlt, um das Barometer aufnehmen zu können, *a b* ist Fig. 24 eine runde Platte, woran die Füße *cd* mit gewöhnlichen Dosencharniren *c* befestigt sind; in diese Platte ist der Ring *ef* eingepaßt und mit 3 Schrauben befestigt; in diesen Ring sind zwei in conische Spitzen sich endigende Schrauben *aß* eingeschraubt, in denen sich der Ring *VW* etwas bewegen kann. Dieser Ring hat an seinem obern Ende eine Schraubenmutter, um die Schraube *ξg* Fig. 23 *a* aufzunehmen, wenn das Barometer zum Transport in das Stativ gelegt wird; bei *γδ* sind

zwei Lager, wovon das eine bei A von vorn gezeichnet ist, diese dienen zur Aufnahme der Stifte k Fig. 23 a wenn das Barometer zur Beobachtung aufgestellt ist. Um das Barometergefäß bei unachtsamen Transport vor Stößen und Verletzung zu sichern, wird während desselben eine Hülle über das Gefäß auf das Stativ aufgesetzt, welche mit ouxy in der Figur bezeichnet ist.

In der Platte ab sind 3 stählerne Stifte eingebohr, wovon 2 bei ρ und σ sichtbar sind; der breite Ansatz $\mu\nu$ ist ausgefeilt, daß er sich über diese Stifte auf die Platte ab setzen läßt, dieses Ausfeilen ist in gerader Richtung bis zum Aufsitzen der Hülle auf die Platte ab fortgesetzt; dann aber, um derselben Halt zu geben, ist die Ausfeilung beinahe unter rechtem Winkel bewirkt worden, wodurch ein Festriegeln, nach Art der Bajonette auf den Flinten, statt finden muß. Fig. 25 a zeigt das Barometer zur Beobachtung aufgestellt; Fig. 25 b aber, wie es zum Transport im Stativ liegt, wobei zu bemerken, daß a b ein Ring zur Zusammenhaltung der Füße des Stativs ist.

Aus der Zeichnung Fig. 23 a sieht man leicht ein, wie das Sperren des Quecksilbers in der Röhre bewirkt wird; das als ein Theil zu betrachtende Stück m n st stützt sich mit seinem Ansatz

gegen die Röhre $ABCD$; in dem Theil $qrst$ ist die Barometerröhre befestigt; der Ansatz dieses Theils bei st kann durch Zuschrauben des Gefäßes $DEFGHI$ mit der Fläche des Ringes ed in die innigste Verührung gebracht werden, so daß kein Quecksilber zwischendurch entweichen kann. Man denke sich die Theile bei st und ed durch Aufschrauben des Gefäßes getrennt und das ganze Gefäß bis auf die punktirte Linie wx mit Quecksilber gefüllt. Durch Neigung des Instruments wird das Quecksilber in der torricellischen Leere anstossen, so wie dieses geschehen, schraube man das Gefäß $DEFGHI$ zu, nachdem zuvor die Schraube ik , so weit es geht zugeschraubt, und dadurch das über ed gespannte Leder zurück gezogen worden ist, schütte das im Gefäß befindliche Quecksilber in ein Glas, wende das Barometer um, und lasse die Schraube ik nach. Zum Transport kann es nun in das Stativ gebracht werden.

Bei der Aufstellung und Lösung der Sperung verfährt man folgendermaßen: Man bringt das Barometer, nachdem man zuvor aus Vorsicht den Schluß des Gefäßes $DEFGHI$ untersucht hat, durch Umwenden in die gewöhnliche Lage, schüttet Quecksilber in das Gefäß, daß es etwas über den Boden bei FG steht, öffnet durch Rück-

schrauben des Gefäßes die Sperrung, und stelle die Communication zwischen Röhre und Gefäß her.

Ist etwas zuviel Quecksilber eingegossen worden, so treibt es den Schwimmer bis an den Ansatz bei $\sigma\tau$; nachdem das Barometer durch den Ring vw Fig. 24 gesteckt worden ist, und die Zapfen k Fig. 23 a, in die Lager $\gamma\delta$ Fig. 24 gelegt worden sind, corrigirt man das Niveau durch Zurückschrauben des Gefäßes, bis der eingefellte Schwimmerrand bei uv mit dem auf das Stück mno gedrehten Strich zusammenfällt. Die ganze Vorrichtung der Stellung des Nonius wird mit der Hand bis nahe an den Quecksilberrand in der torricellischen Leere geschoben, durch die Stellschraube ef die Ebene des Ringes h mit demselben zur Berührung gebracht, und zur Ablesung des Standes geschritten. Es ist übrigens zu bemerken, daß die englische und französische Barometerscale, so wie die fahrenheitische und reaumurische für das Thermometer auf diesem Instrument eingetheilt sind.

§. 16.

Wegen der Dilatation des Quecksilbers wird die Länge der Quecksilbersäule im Barometer bei

verschiednen Temperaturen auch bei dem nehmlichen Luftdruck verschieden seyn müssen. Um nun die Beobachtungen unter sich vergleichbar zu machen, ist es nöthig, dieselben auf einen und denselben Wärmegrad zurückzuführen, gewöhnlich ist der 10te Grad Reaumur die zur Reduction angenommene Temperatur; die Sache ist an und für sich nicht schwierig. Wir wissen, daß die absolute Ausdehnung des Quecksilbers $\frac{1}{54,12}$ zwischen der Temperatur des schmelzenden Eises und siedenden Wassers beträgt. Die Ausdehnung des Glases während des Temperaturwechsels ist in diesem Falle unabhängig von der Ausdehnung des Quecksilbers, und wirkt daher nicht ein, sonst würde dieselbe $\frac{1}{3}$ in dem nehmlichen Zwischenraum der Temperaturen betragen müssen. Es sey p die Länge einer Quecksilbersäule für eine bestimmte Temperatur, z. E. für die Temperatur des schmelzenden Eises. Während der Luftdruck der nehmliche bleibt, soll sich aber die Temperatur ändern, und t° werden, dadurch wird aus der Quecksilbersäule p eine andere, die wir mit p' bezeichnen wollen, welche auf die frühere Temperatur zurück geführt werden soll, welche Forderung p zur unbekanntn Größe macht. Die Längen von p und p' sind offenbar die Höhen zweier Cylind-

der, deren Basen die nehmlichen bleiben; dadurch verhalten sich diese Längen zu einander wie die Volumina der Cylinder, d. h. $p : p' = v : v' =$
 $\frac{p}{p'} = \frac{v}{v'}$.

Durch die Aenderung von t Graden ist aus dem Cylinder p der p' , und aus dem Volum v das v' worden, die Ausdehnung beträgt für jeden Grad der Centesimalscale; $\frac{1}{5412}$ des primitiven Volums, für t Grade muß dieselbe $\frac{t}{5412}$ betragen; für Reaumur'sscale ist die Dilatation für jeden Grad $= \frac{1}{4329,6}$ also für t Grade $= \frac{t}{4329,6}$, welcher Coefficient gehörig nach Beschaffenheit der Scale anzuwenden ist. Die Veränderung von v zu v' läßt sich daher so ausdrücken $v = v \left(1 + \frac{t}{5412} \right)$

wegen der Gleichheit von $\frac{p}{p'}$ und $\frac{v}{v'}$ ist $\frac{p}{p'} =$

$$1 + \frac{t}{5412} \text{ und } p = \frac{p'}{1 + \frac{t}{5412}} =$$

$$\frac{p'}{5412 + t} = \frac{5412 p'}{5412 + t} = p' - \frac{p' t}{5412 + t}$$

Für Reaumur's Scale ist $p = p' - \frac{p' t}{4329,6 + t}$

Diese Formel bringt die Barometerstände auf
 0 und es ist blos darauf zu sehen ob $\frac{p}{p'} =$
 $1 + \frac{t}{5412}$ oder $1 - \frac{t}{5412}$ wird, d. h. ob
 das Thermometer unter oder über 0 steht. Denn
 wenn $p = \frac{p'}{1 - \frac{t}{5412}}$ wird, ändert sich die
 Correction in $p' + \frac{p' t}{5412}$ um, das heißt in Wor-
 ten: wenn die beobachtete Temperatur unter 0 ist,
 wird die Größe für die Correction $\frac{p' t}{5412 + t}$
 additiv, im entgegengesetzten Falle subtractiv. Will
 man sie für einen bestimmten Grad haben, so nenne
 man denselben t' . Dann wird $p = p' - \frac{p' (t - t')}{5412 + t - t'}$
 oder $p = \frac{p' (t - t')}{4329,6 + t - t'}$ da $t - t'$ den
 Divisor nicht viel vergrößert, so kann man diese
 Größe vernachlässigen. Die Beobachtung der Zei-
 chen zeigt schon an, ob die Correction additiv oder
 subtractiv wird.

§. 17.

Die Meteorologen führen über ihre Beobach-

rungen ihre Tagebücher, um aber die eignen wie die fremden Beobachtungen mit einem Blick übersehen zu können, verfertigen sie sich für das Barometer ähnliche Schemata, wie ich bei dem Thermometer angeführt habe, um den Gang der Barometer durch Zickzacklinien mit verschiedenen Farben einzutragen zu können, wovon ich Fig. 26 eine Andeutung gegeben habe, man nennt dieses die graphische Darstellung des Barometerstandes. Die vordere Vertikallinie enthält die Werthe der Barometerstände, die horizontale die Monatstage, welche man nach Belieben nach den Zeiten der Beobachtung in 3 Theile theilen kann. Die mit Punkten angegebenen Stände werden durch Linien verbunden, woraus das Zickzack entsteht.

§. 18.

Nimmt man aus dem monatlichen höchsten und tiefsten Barometerstände das arithmetische Mittel, so bekommt man den mittlern Stand des Monats; sucht man aus den mittlern Monatsständen das arithmetische Mittel, so bekommt man die Größe, welche man schlechtweg den mittlern Barometerstand nennt. Das Mittel aus mehreren Jahren macht denselben je länger je mehr genau.

Früher wurde allgemein angenommen, daß die

mittlere Barometerhöhe am Ufer des Oceans 28 Zoll betrage, die neuern sicherern Beobachtungen geben dieselbe 28" 2,2" an. Die Reduction der Gasvolumina in der Physik und Chemie auf 28 Zoll Barometerstand bringt daher dieselben keinesweges auf den mittlern Stand am Ufer des Meeres, sondern vielmehr blos auf eine runde Zahl.

Aus dem Versuch des Pascal und Perrier auf dem Puy de Dome hat man gesehen, daß das Quecksilber auf den Höhen tiefer steht, als in den tiefern Gegenden. Wer da weiß, mit welchen Schwierigkeiten und Kosten das Nivellement oder die trigonometrische Bestimmung einer Berghöhe verknüpft ist, wird es erklärlich finden, daß sich die größten Gelehrten Mühe gegeben haben, dieselbe durch Rechnung aus dem Barometerstande herzuleiten, wovon eigentlich der folgende § handeln soll. Da wir jetzt im Stande sind, die Höhen der Orte, wenn man die Forderungen in Rücksicht der Genauigkeit nicht übertreibt, aus Barometerbeobachtungen zu bestimmen, so füge ich hier eine kleine Tafel der mittlern Stände einiger Orte sowohl als ihre Höhen über der Meeresoberfläche bei, und damit ich bei den Höhenmessungen mit dem Barometer diese Materie nicht nochmals berühren muß, mögen auch zugleich die Höhenbestim-

mungen einiger Berge ihren Platz finden. Die mittlern Stände sind mit * bezeichnet.

Meeresfläche =	28"	2,2"*	Hieraus hergeleitete Höhe in par. Fuß. =	0
Jena =	27	9,282*		315
Wien =	27	8,1*		470
Göttingen	27	7*		560
Regensburg	27	1*		1037
Genf	26	11,3*		1170
Salzburg	26	8,5*		1400
München	26	5,3*		1658
Der Brocken	24	6		3650
Der Puy de Dome	23	5		4830
Die Riesenkoppe	23	3,8		4960
St. Gotthard Kloster	21	10*		6650
St. Bernhard Kloster	21			7650
Der Guet	19	5,5		9650
Der Aetna	18	11,5		10300
Der Pic von Teneriffa	18	2		11420
Der Montblanc	16	0,2		14650
Der Chimborasso	12	10,4		20150
Die Höhe zu welcher Gay Lussac 1804 in einem Aerostaten stieg	12	1,77		21600.

§. 19.

Von Pascal an bis auf die jetzige Zeit sind die Gelehrten bemüht gewesen Formeln anzugeben, durch deren Hülfe man aus den beobachteten Ständen des Barometers die zu denselben gehörenden Höhen berechnen kann. Von de Luc an sind diese Formeln, da die Mathematiker von Gewerbe sich mit der Entwicklung derselben beschäftigt haben, zu einer großen Vollkommenheit gekommen, obgleich die durch dieselben zu verschiedenen Zeiten hergeleiteten Höhen nicht genau dieselben Resultate sind. Die Ursachen der Nichtübereinstimmung liegen jetzt wohl nicht mehr an den Instrumenten, sie sind aber auch nicht so bekannt, daß die aus denselben entspringenden Fehler hätten vermieden, oder für dieselben Rechnung getragen werden können. Ueberlegt man die Sache wohl, so wird man immer mit der Wichtigkeit der Resultate der barometrischen Messungen zufrieden seyn können, denn es fragt sich, werden 2 mit den besten Instrumenten gemachte Nivellements das nehmliche Resultat geben? ich behaupte Nein. Noch schwieriger möchte die trigonometrische Bestimmung einer Berghöhe in der Praxis ausfallen, wenn man die Standlinie etwas entfernt vom Berge messen muß. de Luc's und Schuckburgh's Formeln gründen sich auf baro-

metrische Beobachtungen, Nivellements und trigonometrische Messungen. Schuckburgh's trigonometrische Messungen geben aber andere Resultate als de Luc's Nivellements. Offenbare Fehler sind keinem von beiden beizulegen, da sie die Messungen gehörig auszuführen verstanden, daher können blos die unvermeidlichen Fehler eingewirkt haben; wer aber der Wahrheit am Nächsten gekommen, läßt sich nicht ausfinden, doch gehen die barometrischen Coefficienten aller neuern Formeln, die auf ganz verschiedenen Wegen gefunden worden sind, wenn man sie gehörig reducirt, ziemlich zusammen. In der de Luc'schen sind freilich Auslassungen kleiner Correctionen befindlich, wir sind aber immer de Luc Dank für die große Mühe, die er sich um die Verfertigung und Anwendung des Barometers gegeben hat, schuldig. Die de Luc'sche Methode läßt sich auf wenigen Blattseiten darstellen, und fordert blos Elementar-Kenntnisse der Arithmetik, wodurch sie jedem, der selbst nicht tief in dieselbe eingedrungen ist, leicht erklärlich wird. Um nun die Barometerliebhaber, wenn sie sich nach dieser Anleitung eins verfertigt haben, in den Stand zu setzen, Höhenmessungen damit anzustellen, ohne sich noch ein Werk anschaffen zu müssen, will ich die de Luc'sche Formel für dieselben zu entwickeln suchen

und einige der neuern bloß mit den nöthigsten Erklärungen dazu geben, damit jeder nach der Formel, zu welcher er das mehrste Zutrauen hat, rechnen kann.

§. 20.

Nach Entdeckung des Mariottischen Gesetzes, nach welcher sich die Dichtigkeit der Luft verhält, wie die zusammendrückende Kraft, woraus folgt: daß die Dichtigkeit der Luft in einer geometrischen Progression abnehmen muß, wenn die dazu gehörigen Höhen in der Atmosphäre in einer arithmetischen Progression wachsen, gab Mariotte eine Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer, und kommt nach seiner Ansicht, sich die Atmosphäre in Schichten zerlegt zu denken, auf eine harmonische Reihe, welche zur Berechnung der Höhe summirt werden muß. Durch sein Verfahren werden große Höhen zu klein gefunden, welches nun wohl nicht von der Methode selbst, als vielmehr von der Annahme, daß einer Linie Fall des Barometers eine Höhe von 63 Fuß am Meeresufer entspreche, herrührt; denn eine unendliche Menge unendlich kleiner Glieder einer harmonischen Reihe zu summiren, heißt doch nichts anderes, als den Unterschied ihrer Logarithmen nehmen. Mariotte meint auch selbst, man

könne das Wachstum der Schichten nach den Regeln, durch welche man die Logarithmen finde bestimmen.

Die Logarithmen selbst wendete Halley zuerst zu Berechnung der Höhen aus Barometerbeobachtungen an. Der Grund seiner Theorie fließt aus der Betrachtung der Hyperbel. Halley bestimmte seinen barometrischen Coefficienten nicht durch unmittelbare Messung, wie Mariotte, sondern aus dem Verhältniß der specifischen Gewichte der Luft des Wassers und Quecksilbers, und kommt schon der Wahrheit viel näher; denn wenn man Mariottes Coefficienten berechnet, findet man denselben = 8111; den Halleyschen = 9752. Die Halleysche Formel für die Höhen, wenn x die Höhe, f der untere, und g der obere Barometerstand bedeutet, ist: x in Toisen = $9752 (\log f - \log g)$.

Bouguer zog aus seinen in Amerika gemachten Messungen und Beobachtungen folgende Regel für barometrische Höhenmessungen: Man soll von dem Unterschied der Logarithmen der Barometerstände $\frac{7}{10}$ abziehen, und davon blos die Characteristica nebst den 4 ersten Stellen der Mantisse, als ganze Zahl gelesen, behalten, diese Zahlengröße gebe die relative Höhe der Orter in Toisen.

Dieses kann nach den Regeln der Multipli-

sation der Decimalbrüche nichts anders heißen, als
 $x = \frac{2}{3} 10000 (\log f - \log y) = 9666,66 \dots$
 $(\log f - \log y)$.

Bernoulli findet durch hypothetische Annahmen und eine darauf gestützte künstliche Rechnung
 x in Schuhen $= \frac{22000 (f - y)}{y}$, wenn f
 den mittlern Stand am Meere bedeutet.

Die Bemühungen Cassini's, Moraldi's, Foville's, Fontana's, Newton's, Cate's, haben die Rechnungen der Wahrheit nicht näher gebracht.

Aus unbekanntten Gründen hat Tobias Mayer in Göttingen den barometrischen Coefficienten $= 10000$ gesetzt, welcher immer bei der leichtesten Rechnung noch die richtigsten Resultate giebt, und damit Tafeln für Höhen über dem Meereshorizont berechnet, wo freilich gegen die Erfahrung einmal der mittlere Stand daselbst $= 28'' 4''$, das andere Mal $= 28''$ gesetzt ist.

Am umsichtigsten hat de Lüc die barometrischen Höhenmessungen behandelt. Die Methode desselben läßt sich allgemein auf folgende Art vorstellen: In der Fig. 26 drücke auf ab eine Luftsäule, die bis zu den Grenzen der Atmosphäre reicht. Nach dem mariottischen Gesetz verhält sich unter gleichen Umständen die Dichtigkeit der Luft an jeder Stelle

in der Atmosphäre, wie die Kraft oder das Gewicht, womit sie von oben herab zusammengedrückt wird; daß die zusammengepresste Luft eben so stark wieder hinauf drücken muß, versteht sich ohne weitere Erklärung. Denkt man sich die Atmosphäre in dünne Schichten zerlegt, die in der Figur durch $abce$, $cefg$, $fg hi$, $hi kl$ vorgestellt seyn sollen, so müssen diese Schichten, wenn sie recht dünn gedacht werden, einerlei Dichtigkeit haben; die Dichtigkeiten der respectiven Schichten sollen mit dd' dd'' , so wie das Gewicht, oder die respective Druckkraft mit pp' pp'' bezeichnet werden.

Der Gesamtdruck auf die untere Fläche ab heiße P , auf der zunächst folgenden Q , der nächsten R , dann S u. s. f. Wenn nun der Gesamtdruck P heißt, so muß an der Stelle das Gewicht der Luft als drückende Kraft p und ihre Dichtigkeit d seyn. Die Druckgröße $Q = P - p$, weil die Luft erst mit dem Gewicht p auf ab drückte, welches der ganzen Luftsäule zukam, da nun aber die zweite Schicht höher kommen und der Druck p wegfallen muß, kann er auch nur noch $P - p$ seyn. Auf R muß der Druck $= P - p - p'$, auf $S = P - p - p' - p''$ u. s. w. seyn, weil die Größen $p, p - p'$ und $p - p' - p''$ mit eben so großer Kraft entgegendrücken, als sie selbst ge-

drückt werden, diese von dem Gesamtdruck P abgezogen den relativen Druck auf die einzelnen Schichten geben müssen. Die Dichtigkeiten verhalten sich einmal wie die Druckkräfte, d. h.

$$d : d' = P - p : P - p - p' \text{ oder der gleiche Werth } Q : R$$

$$d' : d'' = P - p - p' : P - p - p' - p'' \text{ oder } R : S.$$

Bei gleichen Raummengen verhalten sich die Dichtigkeiten auch wie die absoluten Gewichte; nach der Annahme haben die Schichten kleine, aber gleich große Höhen; daher

$$d : d' = p : p' \text{ und } d' : d'' = p' : p''.$$

Setzt man statt $d d' d'' d'''$ ihre gleichen Werthe, so muß sich auch verhalten

$$p : p' = P - p : P - p - p' \text{ und}$$

$$p' : p'' = P - p - p' : P - p - p' - p''.$$

Ohne die Proportion zu stören, kann man zu $P - p$ das erste Glied p , und zu $P - p - p'$ das 2. Glied p' , sowie zu $P - p - p' - p''$ das Glied p'' addiren, thun wir dieß, so kommt folgende Proportion:

$$P : P - p = P - p : P - p - p' \text{ und}$$

$$P - p : P - p - p' = P - p - p' : P - p - p' - p'';$$

$$P - p - p' - p''.$$

Substituirt man die eben für diese Größen gefundenen Werthe, so muß sich auch verhalten

$$P : Q = Q : R \quad R = \frac{Q^2 P}{P^2}.$$

$$Q : R = R : S \quad S = \frac{R^2}{Q}.$$

R ist aber auch $= \frac{Q^2 P}{P^2}$, dadurch wird

$$S = \frac{Q^3 P}{P^3}.$$

Dieses giebt, wie man leicht sieht, eine geometrische Reihe, deren Exponent $\frac{Q}{P}$ ist; die Fortsetzung der Glieder dieser Reihe bildet die Druckkräfte auf die einzelnen Schichten a b, c e, f g u. s. f. der Luftsäule.

Der Druck auf P $= P$.

$$Q = \frac{Q}{P} \cdot P.$$

$$R = \frac{Q^2}{P^2} \cdot P.$$

$$S = \frac{Q^3}{P^3} P \text{ u. s. f.}$$

In der Figur sey vw die nte Druckschicht über a b, der Druck auf dieselbe sey $= X$; xy die nte, der Druck darauf $= Y$; wegen des angenommenen Drucks P auf a b muß

$X = P \cdot \left(\frac{Q}{P}\right)^m$ und $Y = P \left(\frac{Q}{P}\right)^n$ seyn,

daher wird $\frac{X}{P} = \left(\frac{Q}{P}\right)^m$; $\frac{Y}{P} = \left(\frac{Q}{P}\right)^n$

Aus der Lehre der Rechnungen mit Potenzen ist bekannt: daß es gleichviel ist, ob ich eine gegebene Zahl auf die gegebene Potenz erhebe, oder ob ich den Logarithmen der Zahl mit dem Exponenten der Potenz multiplicire und zum gefundenen Logarithmen die Zahl auffuche. Daher ist $\left(\frac{Q}{P}\right)^m =$

$m \log \frac{Q}{P}$ und $\left(\frac{Q}{P}\right)^n = n \log \frac{Q}{P}$, daher

$\log \frac{X}{P} = m \log \frac{Q}{P}$ und $\log \frac{Y}{P} = n \log \frac{Q}{P}$

Löst man die Gleichungen in eine Proportion auf, so kommt

$$\log \frac{X}{P} : \log \frac{Y}{P} = m : n$$

$m : n$ ist aber das Verhältniß der Luftschichten über a b , d. h. das Verhältniß der Höhen über dem nehmlichen Punkt. Die Größen P , X und Y verhalten sich wie die Druckkräfte auf a b , v w und x y oder die denselben das Gleichgewicht haltenden Quecksilbersäulen. Nennt man nun die Höhe a $v = h$ $ax = H$; die Barometerhöhe bei $a = B$ bei $v = b$ und bei $x = \beta$ und setzt

diese Größen in die obige Proportion, so kommt
 $h : H = \log \frac{b}{B} : \log \frac{\beta}{B}$ oder welches eben
 so viel ist, $\log \frac{B}{b} : \log \frac{B}{\beta}$. Das heißt die
 Höhen verhalten sich wie die Quotienten der Loga-
 rithmen der Barometerstände, wo $\log B$ der Loga-
 rithmus des Barometerstandes des festen Punktes
 ist, auf welche man die Höhen reducirt.

Weiß man nun, welche Höhe irgend einem
 Theil der Barometerscale entspricht, so ist man
 im Stande mit demselben alle zugängliche Höhen
 auf unserer Erde zu bestimmen. Die Erfahrung
 lehrt, daß dem Fall einer Duodecimallinie Quecksil-
 ber im Barometer an dem Meeresufer die Höhe
 von 12,945 Toisen entspricht. Setzt man dort
 die Barometerhöhe = $28'' = 336''$ und setzt die
 Zahlenwerthe in die gefundene Proportion, so
 kommt:

$$12,945 : H \text{ in Toisen} = \log \frac{336}{335} : \log \frac{336}{\beta}$$

$$\log \frac{336}{335} \text{ aber} = 0,0012945 \text{ daher } 12,945 : H \\ = 0,0012945 : \log \frac{336}{\beta}$$

Durch die Multiplication der beiden äußern
 und Division des 3ten Gliedes wird $H =$

$$\frac{12,945}{0,0012945} \log \frac{336}{\beta} = 10000 \log \frac{336}{\beta}.$$

Es ist aber bekannt, daß $\log \frac{336}{\beta} = \log 336 - \log \beta$. Daher $H = 10000 (\log 336 - \log \beta)$ für $\log 336$ kann jeder andere Logarithmus des Barometerstandes für eine untere Station, in was für einem Maas und in welchen Unterabtheilungen desselben, gesetzt werden, wenn nur die Zahl des Barometerstandes der obern Station in dem nämlichen Maas angegeben, davon der Logarithme, und Rücksicht auf den Coefficienten genommen wird. Weil, wie gezeigt worden ist, die

Höhen durch $10000 \left(\frac{\log \frac{336}{\beta}}{\log \frac{336}{b}} \right)$ sich ausdrücken

lassen, welches nach vollstreckter Division $H = 10000 \log \frac{b}{\beta} = 10000 (\log b - \log \beta)$ giebt,

so ist dieses die schon von Tobias Mayer für H gefundene Größe; aber die Erfahrung lehrt, daß dieselbe nicht unbedingt richtig ist, denn durch Temperaturerhöhung würde auch die Quecksilbersäule im Barometer länger, so wie durch Temperaturverminderung kürzer werden müssen, in tiefern Gegenden ist die Temperatur immer höher als auf den Höhen; die dadurch hervorgebrachten

Fehler wirken auf entgegengesetzte Seiten, nicht aber auf entgegengesetzte Größen, wodurch keine Compensation eintreten kann. Herr de Lüc hat daher durch viele Mühe, Messungen und Beobachtungen gefunden, daß diese Höhenformel nur bei $16\frac{3}{4}^{\circ}$ R. zutrifft. Es ist daher dringend notwendig, die Beobachtungen bei jeder andern Temperatur auf die Normaltemperatur von $16\frac{3}{4}^{\circ}$ R. zurückzuführen, und dieses ist es nun, was eigentlich die de Luc'sche Formel ausmacht.

Wegen der Veränderung der specifischen Schwere des Quecksilbers durch die Wärme bringt de Luc seine Barometerstände auf den 10^{ten}° R., und da er (obwohl nicht ganz richtig) gefunden hatte, daß sich eine $27'' = 324''$ lange Quecksilbersäule um $6''$ vom Gefrier- bis Siedepunkte sich verlängerte, so schloß er:

$$324'' \cdot 80 : 6'' = T - 10 : x = 6 \left(\frac{T - 10}{324 \cdot 80} \right)$$

$$= \frac{T - 10}{4320}.$$

Nennt man die Barometerstände b und β , die entsprechenden Temperaturen T und t , die corrigirten Barometerstände aber b' und β' , und ist T über 10° , so ist offenbar b um $b \left(\frac{T - 10}{4320} \right)$ zu groß, b' würde also $= b - b \left(\frac{T - 10}{4320} \right)$

und $\beta' = \beta - \beta \left(\frac{T - 10}{4320} \right)$; übrigens ist hier Achtung zu geben, ob T und t unter 10° R. ist, wodurch das Product von Minus in Minusgrößen positiv, also die Correction additiv wird. Mit diesen corrigirten Barometerständen verfähre man nach der Regel $H = 10000 (\log b' - \log \beta')$, da die Höhe aber nur bei $16\frac{3}{4}^\circ$ R. genau zutrifft, so muß man die nöthige Verichtigung machen. Herr de Luc findet, daß man zu den auf diese Art gefundenen Höhen für jeden Grad R, den das Thermometer über oder unter $16\frac{3}{4}^\circ$ steht, $\frac{1}{215}$ der gefundenen Höhe addiren oder subtrahiren müsse, um die wahre zu erhalten, daher wird die wahre

$$\text{Höhe } H' = H \left(1 - \frac{16\frac{3}{4} - T + t}{215} \right). \text{ Setzt}$$

$$\text{man } \frac{16\frac{3}{4} - T + t}{215} = C, \text{ so ist } H' \text{ die wahre}$$

Höhe in Toisen = $\left(1 - \frac{C}{215} \right) 100000 \log b' - \log \beta'$; verlangt man die Höhen in Fuß, so ändert sich, da die Toise = 6 Fuß ist, der Coefficient 10000 in 60000 um.

§. 21.

De Luc fand bald nach Bekanntmachung sei-

ner Methode, Höhen durch Barometerbeobachtungen zu bestimmen, Segner, und hat deren beinahe jetzt noch. Die merkwürdigsten, welche sein Formular verbessert haben wollen, sind:

Schuckbourgh, welcher durch trigonometrische Nachmessungen die de Lucschen nivellirten Höhen kontrollirt hat, und dieselben bei 13,06 R. barometrisch auf 1000 Schuh, 23 Schuh fehlerhaft gefunden haben will. Er giebt an, daß die Differenz der Logarithmen der Barometerstände bei $31,24^{\circ}$ F. die Höhe in engl. Fathoms gebe. Die von ihm angegebene weitläufige Berechnungsart ist von den von ihm berechneten Tafeln abhängig. Phil. Trans. Vol. LXVII. P. 1. No. 29.

Der General Roy, bekannt durch seine trigonometrischen Messungen, hat denselben Gegenstand zugleich mit Schuckbourgh bearbeitet. Er hat den de Lucschen barometrischen Coefficienten beibehalten, und ändert nur das Glied für die Correction wegen der Wärme. De Luc hat gegen diese beiden seine Methode vertheidigt, und Schuckbourgh hat auch später gefunden, daß seine und Roys Methode die Höhen zu groß geben.

Rosenthal hat sich auch mit Verbesserung der de Lucschen Methode beschäftigt, und ist eigentlich zu der mariottischen Schichtmethode zurückgekehrt.

Die angewandte unrichtige Art zu rechnen, läßt keine richtige Bestimmung der Zahlen der Tabelle zu, und ist eben so unrichtig in Absicht auf die gebrauchten Coefficienten. Mehrere recht gute Ansichten sind ihm nicht abzusprechen, wozu vorzüglich die früher von de la Grange angegebene Art, das Schenkelbarmeter ohne Thermometer auf die Normaltemperatur zu bringen, gehört. Schade, daß diese Methode wegen des strengen Calibers der Röhren und unvermeidlichen Quecksilberverlusts, nicht praktisch ist.

Kramp, Hennert und Wünsch haben sich mit Verbesserung der de Lücſchen Methode beschäftigt; so viel ich gefunden habe sind aber ihre Berechnungsarten nicht in Gebrauch gekommen, desto mehr aber haben die Höhenformeln der französischen Mathematiker Aufsehen erregt und haben beinahe die de Lücſche, ich mag nicht behaupten ob mit Recht, verdrängt. Eine kleine Auslassung von de Luc, die Zunahme der Schwere nach den Polen zu betreffend, und die Berücksichtigung derselben, wenn die Höhen beträchtlich sind, mit Zunahme der Correction wegen der Feuchtigkeit der Luft und einer andern Normaltemperatur, zeichnen dieselben vorzüglich aus. Ich will diese Formeln und noch einige andere beisetzen, damit jeder nach der, wozu er das meiste Zutrauen hat, rechnen kann.

1) Die de la Place'sche. Es bedeute r die Höhe in Métres, a den mittlern Erddurchmesser = 6366198 Métres, t die Temperatur der untern, t' der obern Station, ψ die Breite des Orts der Beobachtung, (h) den in Métrestheilen ausgedrückten Barometerstand auf der untern, h den auf der obern Station.

$$r = 18336 \text{ Métres. } [1 + 0,002845 \text{ Cos } 2\psi].$$

$$\left\{ 1 + \frac{2t + t'}{1000} \right\} \cdot \left\{ \left(1 + \frac{r}{a} \right) \cdot \log \frac{(h)}{h} \right.$$

$$\left. + \frac{r}{a} \cdot 0,868589 \right\}.$$

Der Coefficient 18336 ist in Métres ein ähnlicher, wie de Luc's 10000 in Toisen ist; es liegen ihm trigonometrische Messungen von Hammond zu Grunde. Der neben den Coefficienten eingeklammerte Factor ist die Correction wegen der Zunahme der Schwere. Die Schwere einer Quecksilbersäule wird nach Verhältniß der Intensität der Schwere wegen der Abplattung der Erde nach den Polen zu selbst vermehrt, während die Elasticität der Luft die nehmliche bleibt; die unter dem 45sten Grad mit g bezeichnete Intensität derselben wird, wenn ψ die Breite des Orts ist, dasselbst nach de la Place = $(g) (1 - 0,002845 \text{ cos } 2\psi)$; daher wird eine unterm 45 Grad der Breite

28 Zoll lange Quecksilberfäule in Paris =
 $43^{\circ} 50' 14''$ nur $\frac{28''}{1,000378892}$; in Jena =
 $50^{\circ} 56' 29''$ nur $\frac{28''}{1,000584167}$. Es ist daher

nöthig, die Einwirkung der Schwere, wohin der zweite Theil der Formel nach dem Gleichheitszeichen wegen der Zunahme; und die mit $\frac{r}{a}$ behafteten Glieder wegen der Abnahme auf den Höhen wirken, zu berücksichtigen. Das mit t und t' behaftete Glied ist die Correction wegen der Normaltemperatur, welche = $12,59^{\circ}$ Cent gesetzt wird. Den Bau dieser Formel muß man in Gilberts Annalen Band 26. S. 152, so wie Gilberts schöne Bemerkungen daselbst S. 194, und die Mayerschen im 2ten Theil der praktischen Geometrie S. 639 nachlesen.

2) Die Biotsche, die im 1sten Theil seines *Traité de Physique experimentale* etc. p. 101 und deren Zusammensetzung im 3ten Theil seiner *Astronomie physique* enthalten ist.

Es sey X die gesuchte Höhe, die Temperatur auf der untern Station T , der Barometerstand daselbst H ; auf der obern t , und h ; die Breite des Orts ψ , so wird

$$X = 18393^m (1 + 0,002837 \cos 2 \psi) \left[1 + \frac{2(T + t)}{1000} \right] \log \frac{H}{h}.$$

Der barometrische Coefficient wird hier beträchtlich größer, als bei de la Place, welches hauptsächlich von verschiedenen Reductionen her rührt. Es ist der durch trigonometrische Messungen bestimmte Ramondsche, und Biot scheint viel Werth drauf zu legen, daß er denselben durch Abwägung der Luft und des Quecksilbers auch gefunden hat. Die Rechnung wird mit derselben weniger mühsam. Bei Anwendung dieser Formel verlangt Biot, daß beide Barometerstände auf eine, z. E. auf die Temperatur des schmelzenden Eises, reducirt, oder vielmehr, um die fernere Correction zu vermeiden, daß die geringere Temperatur bei h auf die höhere bei H reducirt werden soll, das heißt, wenn T' und t' die Temperaturen der obern und untern Station, und h' den zu t' gehörigen Barometerstand bedeutet, so ist $h = h' \left(1 + \frac{T' - t'}{5412} \right)$, dann kann man H , wie es beobachtet worden ist, nehmen, weil die durch T' und t' ausgedrückten Temperaturen sehr verschieden von T und t seyn können, da sie durch sehr feinfugliche am Barometer befindliche Thermometer angegeben werden, auf die die Temperatur der Luft weit früher, als auf das Barometer wirkt.

3) Eines Ungenannten in dem Journal de Physique Febr. 1811, welche Gilbert (Annalen

B. 38 S. 271) für d'Aubuissons Formel (hätten würde, wenn der Coefficient der seinige wäre.

Es seyen H und h die in Metretheilen ausgedrückten Barometerstände; T und T' die Stände des am Barometer, t und t' des in freier Luft befindlichen Thermometers nach dem Cent. Thermometer an beiden Stationen, l die Breite des Orts, a die Höhe der untern Station über dem Meere, r der Erdhalbmesser, so ist

$$x' = 18365 [1 + 0,00284 \text{ Cos. } 2l.]$$

$$[1 + 0,002 (t + t')] \left[\log H - \log h \left(1 - \frac{T - t'}{5412} \right) \right]$$

$$x = x' \left(1 + \frac{2a + x'}{r} \right)$$

4) Kommt Mayer mit Zuziehung aller nöthig seyn sollenden Verbesserungen, wegen der geographischen Breite und der Abnahme der Schwere von unten nach oben, bei Vergleichung der de Lücischen und de la Placischen Formel im 2ten Bande seiner praktischen Geometrie auf folgende Formel: Die Breite des Orts sey ψ , der Barometerstand unten E oben E', das Thermometer am Barometer siehe unten τ oben T Grade; in freier Luft unten t oben τ Grade R.

$$H = 1000 \text{ Tois } (\log E - \log E') - \tau - T \text{ Toisen.}$$

$$h = H - \frac{12,59 - \frac{1}{2} (t + \tau)}{212,59} H.$$

$$h = h + (0,0025 + 0,002845 \cos. 2 \psi) h + 0,0000003 h^2.$$

Für mehrere Elemente der Formel sind Tafelchen gerechnet, welche der, so nach dieser Formel rechnen will, am angeführten Ort finden wird, und sich abschreiben kann.

5) nach Trembleys Formel ist in Toisen

$$x = 9400 \cdot \left(1 + \frac{T + T'}{2} \cdot 0,00554 \right) \log \frac{(h)}{h}.$$

6) v. Zachs Formel wo a, á, b b' die an 2 Stationen gemachten Baro- und Thermometerstände, bedeuten und $t = \frac{b b'}{2}$ ist,

$$x = 10000 \log \left(\frac{a - (b - 10) \frac{a}{4329,6}}{a' - (b' - 10) \frac{á}{4329,6}} \right) + (t - 12,2) \cdot 53,2 \log \left(\frac{a - (b - 10) \frac{a}{4329,6}}{a' - (b' - 10) \frac{á}{4329,6}} \right)$$

§. 22.

Zur Erleichterung der Rechnung, und um den Gebrauch der Logarithmentafeln zu vermeiden, haben Herr v. Lindenau, Oltmanns, Gauß, Benzen-

berg, Biot, der Ungenannte, von dem die Formel 3 herrührt, Englefield und Mehrere, Tafelchen berechnet, welche theils als eigne Werkchen, theils in wissenschaftlichen Journalen herausgekommen sind, welche in möglichster Kürze alles enthalten, was zur Ausübung der barometrischen Höhenmessung nöthig ist. Schade nur, daß diese Tafeln wegen Mangel der Gelegenheit ihrer Anwendung und der Unsicherheit der barometrischen Resultate selbst nicht so oft benutzt werden, als sie es verdienen.

Der Berechnung einer oder einiger Höhen wegen, macht das Einstudieren der Tafeln mehr Mühe, als wenn man nach irgend einer Formel mit Logarithmen rechnet.

§. 23.

Bei den Höhenmessungen mit dem Barometer verlangt Biot gute Instrumente und gute Beobachter, die mit größter Sorgfalt zu Werke gehen, die Wahl einer ruhigen Witterung und die Mittagessunde zur Beobachtungszeit. Die Beobachter sollen sich an die bestimmten Orte begeben, ihre Instrumente aufstellen, und nach Verabredung von Viertel zu Viertelstunde, die Barometerstände, die Stände des an der freien Luft befindlichen, so wie des am Barometer befestigten Thermometers auf

zeichnen. Die Beobachtungen sollen 10 bis 12 mal wiederholt werden, die Beobachter sollen sodann zusammentreffen, ihre Instrumente vergleichen, um zu erfahren, ob sie nicht irgend durch Zufall an ihrer Uebereinstimmung gelitten haben, im Fall dieß nicht ist, soll aus dem Mittel der Beobachtung der Höhenunterschied berechnet werden. Wenn man auf diese Art zu Werke geht, so können bloß zufällige kleine Fehler einwirken, die von zufälligen Irregularitäten des Luftdrucks, und der Temperatur der atmosphärischen Schichten abhängen, welche durch ihre wechselseitige Aufhebung verschwinden, indem man aus den Resultaten verschiedener Tage das Mittel nimmt. Wenn man mit Barometern, die Zehntel Millemetre durch den Nonius angeben; und mit guten Thermometern zu 5 bis 6 malen die correspondirenden Beobachtungen wiederholt, und aus ihren Mitteln das Mittel sucht, so kann man, wie Biot will, bei den größten Höhen auf 2 bis 3 Metre verantwortlich seyn. Die gefundenen Höhen reducirt man auf das Niveau des Meeres auf den Stand von $28'' 2,2''$ bei dem mittlern Thermometerstande von 12° Cent.

Nach Ramonds Beobachtungen fallen die berechneten Höhen zu gering aus, wenn die Beobachtungen Morgens und Abends gemacht worden sind;

wenn das untere Barometer auf einer Ebene, das obere in einem engen und tiefen Thal aufgestellt ist; wenn während der Beobachtung stürmische Witterung eintritt, in diesem Fall kann man sich großen Irrthümern aussetzen. Die Höhen fallen zu stark aus, wenn die Beobachtungen zwischen 12 bis 3 Uhr, vorzüglich im Sommer bei brennender Sonnenhitze gemacht werden; wenn das obere Barometer auf einem Berggipfel, das untere in einem engen Schluchter aufgestellt ist; wenn Nordwind weht, welcher sich gegen einen schroffen Abhang, wo man sich aufgestellt hat, stößt.

§. 24.

Das viele Formelwesen hat mir von je nicht gefallen wollen, jeder giebt seine Angabe für die mit Messungen zutreffende aus, wie genau dieselben zusammen gehen, mag die vom Professor Heinrich in Regensburg aus der mittlern Barometerhöhe von Göttingen = $27'' 6,571''$ mittlerer Temperatur im Freien, + $7,12$ über Widdelburg, dessen mittlere Barometerhöhe = $28'' 1,0''68$ und mittlere Thermometerhöhe im Freien = $7,92$ ist, hergeleitete Höhe von Göttingen beweisen.

Sie ist in pariser Fußes :

- a) nach Tob. Mayers einfacher Formel
 $x = (\log H - \log h) 10000 \text{ Toisen} = 507,166$
 b) nach la Place $= 509,774$
 c) nach Trembley $= 496,681$
 d) nach Zach $= 494,663$
 e) nach de Luc $= 485,422$

also giebt die Formel ohne alle Correction beinahe das nehmliche Resultat, als die Formel, wo auf jede einwirkende Kleinigkeit Rücksicht genommen ist; dieß kann doch ohnmöglich mit rechten Dingen zugehen.

§. 25.

Damit nichts, was Höhenmessung mit meteorologischen Instrumenten angeht, fehle, bemerke ich noch, daß Wollaston im Phil. Transact. 1817. P. 11. p. 183. ein Thermometer, dessen Grade 1 Zoll lang sind, und welches nur ohngefähr 3 Grad um den Siedpunkt fast, zu Höhenbestimmungen angewendet hat. Er findet, daß ein Unterschied von 1° Fahr. in Rücksicht der Siedehize, bei 0,589" Unterschied am corrigirten Barometer entsteht, daß daher 30,603" wirkliche Barometerhöhe = 213,367° des Thermometers, und 28,191" Barometer = 209,269° Thermometer.

Wollaston nimmt an, ein Grad seines Thermometers entspreche der Höhe von 530 Fuß; dieser Grad entsprach an einer Scale, worauf man jedes solche Thermometer anpassen konnte, 552 Theilen. Er giebt an, daß er die Höhe der St. Paulskirche damit gemessen, und daß die Wärmedifferenz bei dem Sieden = 251 Theilen = 29,92 Barometerstand gewesen sey, und setzt an 552 Theile : 530 Fuß = 254 Theile : 243,87 Fuß. Dieß wäre die allerleichteste Art Höhenbestimmungen zu machen, wie aber Wollaston nach Regeln zu einem Regel: de: Tri: Ansatz kommt, sehe ich nicht ein, da doch offenbar der Barometerstand der Höhenbestimmung zu Grunde liegt. Ich glaube für den Mathematiker ist der Vorschlag gar nicht geeignet, und beim Praktischen hat er seine gehörigen Schwierigkeiten, denn die Grade erhält man durch Vergleichung eines gewöhnlichen Thermometers, und wie leicht ist da nicht wegen des kleinen Gesichtswinkels und der optischen Paralaxe zu fehlen? Beim Sieden oscilirt die Quecksilbersäule beständig, welches vom Druck der wallenden Bewegung des siedenden Wassers gegen die Kugel kommen mag; es ist in einem kleinen Kochgeschirr eine große Quecksilbermasse zu erwärmen, es wird mir hieraus wahrscheinlich, daß man beim Gebrauch

dieses Instruments aus einem Fehler in den andern) fällt.

§. 26.

Man hat Vorrichtungen an Uhren angebracht, wo sich die Barometer- und Thermometerstände selbst aufzeichnen, welche man Barometer- und Thermometrographen nennt. Kein guter und wissenschaftlicher Beobachter wird sich solcher lahmen Kunststücke bedienen wollen, da eine Menge Einwirkungen die Genauigkeit der Stände verhindert, deswegen habe ich sie nur mit Nahmen anführen wollen.

Die Behauptung, daß recht gut ausgekochte Barometer im Dunkeln leuchten, wenn man die Quecksilbersäule im leeren Raum auf und nieder bewegen läßt, ist ziemlich allgemein. Das Leuchten unter solchen Umständen zu Wege zu bringen, hat mir nicht gelingen wollen, vielmehr muß ich sagen, daß es vortreflich statt gefunden, wenn unmerkliche Luft im luftleeren Raum enthalten war. Dieß beweisen auch Versuche mit der Luftpumpe, wo in exantlirten Kugeln geschwenktes Quecksilber seinen Weg mit leuchtender Spur bezeichnet, daher ist das Leuchten, wie man sich fälschlich einbildet, kein Beweis für die Güte eines Barometers.

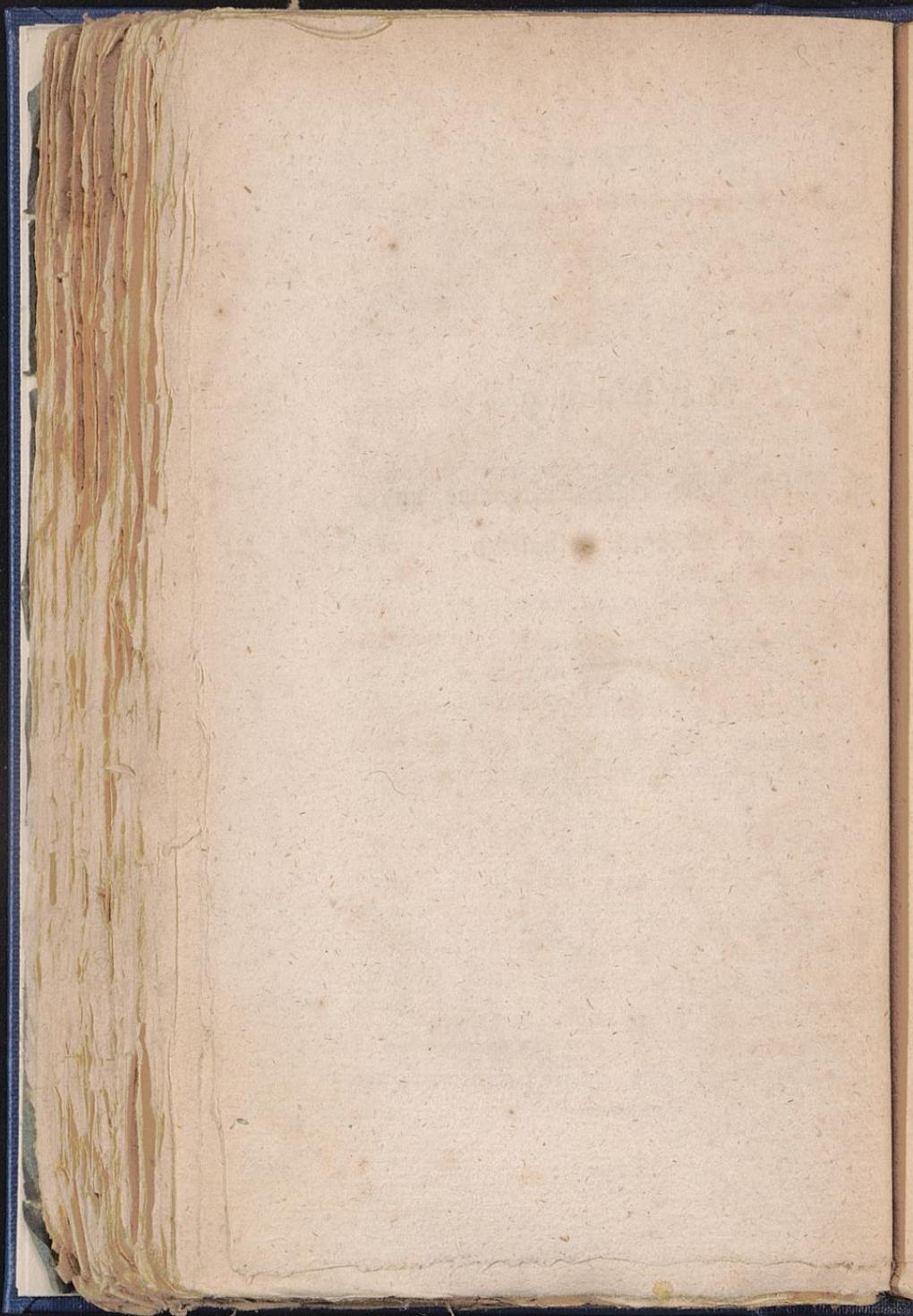
Necht gut ausgekochte Barometer, welche directem oder reflectirtem Sonnenlicht ausgesetzt werden, zeigen die merkwürdige Erscheinung, daß sich das Quecksilber in der torricellischen Leere sublimirt und sich an die Glaswände als ein feiner Quecksilberstaub anhängt, welches von den Laien für einen Fehler, und wie ich die Erfahrung gemacht habe, für Luft im leeren Raume gehalten wird. Neigt man ein solches Barometer, daß das Quecksilber im leeren Raum anstößt, so geschieht dieses mit einem starken hellen Klang, als Beweis für die Leere, und das sublimirte Quecksilber verbindet sich mit dem übrigen; in wenigen Tagen aber ist die vorige Erscheinung wieder da. Um dieselbe zu entfernen darf man das Instrument nur an einen Ort hängen, wo die Sonnenstrahlen nicht einwirken können, oder den leeren Raum mit schwarzem Papier gegen die Wirkung derselben schützen.

D r u c k f e h l e r .

- S. 5. Z. 22. statt worden ist lies werden soll.
 — 6. — 12. st. enthalten l. enthalten hat.
 — 8. — 24. muß einen weggestrichen werden.
 — 19. — 13. st. dieselbe l. dieselben.
 — 19. — 18. st. Stücken l. Stücke.
 — 46. nach der 3. Zeile ist S. 11 zu setzen.
 — 48. — 7. st. Erfalten l. Erfalten.
 — 50. — 19. st. $\frac{1(100+a)}{100}$ l. $1 - \frac{1(100+a)}{100}$
 — 61. — 10. st. $6300t + l.$ $6300 + t$.
 — 63. — 11. st. $R^2 \pi L$ l. $R^2 \pi L$.
 — 71. — 11. st. etwa wenigen l. etwas wenigen.
 — 71. — 22. st. Thermometerrohrs l. Thermometerrohr.
 — 72. — 15. st. das Rumfordsche l. des Rumfordschen.
 — 74. — 6. st. messingernes l. messingenes.
 — 79. — 17. st. gehangen l. gehangen hat.
 — 87. — 24. st. Runden l. runden.
 — 89. — 7. st. enthaltende l. enthaltenden.
 — 99. — 19. st. Theils l. Theil.
 — 92. — 9. st. aus l. auf.
 — 93. — 17. st. Centgrade l. Cent. grade
 — 96. — 5. st. stand l. Abstand.
 — 104. — 18. st. 3 l. $2\frac{1}{2}$.
 — 105. — 2. st. Umständen l. Umständen nur.
 — 107. — 6. st. D der l. D den.
 — 105. — 8. st. nennt l. bezeichnet.
 — 109. — 12. st. Fig. 7. l. Fig. 8.
 — 110. — 7. st. Fig. 8. l. Fig. 9a.
 — 111. — 15. st. Fig. 9. l. Fig. 9b.
 — 113. — 6. st. gemacht l. gemacht worden.
 — 134. — 17. st. $b'c$ l. $b'c$
 — 18. st. ac l. ab
 — st. $b''c$ l. $b''c''$
 — 19. st. $b'c$ st. $b'c$
 — 20. st. $b''c$ st. $b''c''$
 — 140. — 8. st. der yte l. des yten.
 — 141. — 1. st. nach l. durch.
 — 142. — 20. st. nehmliche l. Hälfte der nehmlichen.
 — 150. — 26. st. zweite l. weite.
 — 152. — 4. st. $r^2 \pi$ l. $r^2 \pi$
 — 164. — 14. st. $v(1 + \frac{1}{3} \frac{1}{2})$ l. $v(1 + \frac{1}{3} \frac{1}{2})$
 — 174. — 19. st. p l. P.
 — 175. — 16. st. $p' : p$ l. $p' : p''$
 — 181. — 16. st. 10000 l. 10000
 — 223. — 3. st. C l. E.
 Geringere Fehler habe man die Güte selbst zu verbessern.

A n h a n g

die Beschreibung einer Luftpumpe und
zweier Waagen enthaltend.



Den hohen Stand der Naturwissenschaften im Allgemeinen, den der Physik und Chemie ins besondere, und ihre Riesenschritte in der neuern Zeit möchte wohl die Wissenschaft, außer den Bemühungen und Forschungen der Gelehrten, auch den Bemühungen und Fleiße derjenigen Künstler verdanken, die jene mit zweckmäßigen Werkzeugen zu Beobachtungen und Bestimmungen versahen. Das Geschäft der Verfertigung naturwissenschaftlicher Werkzeuge hat sich mit der Wissenschaft selbst emporarbeiten, und derselben Schritt für Schritt folgen müssen,

Die Naturforscher der vergangenen Zeit mußten die Ausführung der Angaben ihrer Ideen Handwerkern, die öfters weder Lust zu, noch Kenntnisse von den Arbeiten hatten, die sie fertigen sollten, überlassen, oder mußten ihre Ideen selbst ausführen; nachdem aber eine eigne Classe von Menschen, die die Fabrikation des gesammten In-

strumentwesens zu einem eignen Geschäft machte, sich durch Erwerb theoretischer Kenntnisse bildete, und durch Uebertragen und Anpassen derselben auf das Practische der Arbeit zweckmäßigere Instrumente lieferte, hatten jene eine große Erleichterung an Zeitersparniß und Erlangung guter Instrumente für mäßige Preise; Vortheile die unsern Vorfahren gänzlich abgiengen.

Es ist nicht zu läugnen, daß die Engländer unsere Lehrer waren, daß sie sowohl an Meublen als Instrumenten den schlechten Geschmack der Zierrathen und Schnörkel, welcher bei uns beinahe mit dem ins bürgerliche Leben aufgenommenen Canzleisyl gleichen Schritt hielt, verbannten, und dafür einen edlern, durch Simplicität ausgezeichneten, einführten.

Jeden patriotisch gesinnten Deutschen muß es aber freuen, daß in der jüngsten Zeit die Schüler den Lehrern nicht allein gleich gekommen sind, sondern sie sogar in einigen Fächern übertroffen haben. Thut man auf die ältern Instrumente einen Rückblick, so muß man erstaunen, wie die Experimentatoren der frühern Zeit mit den schlechten Instrumenten so viel leisten konnten, als sie wirklich geleistet haben, und unwillkürlich drängt sich uns die Wahrheit des Satzes an

daß durch Fleiß und Ausdauer, wo nicht alles, doch vieles möglich zu machen ist.

Da bei wissenschaftlichen Untersuchungen die dazu gebrauchten Werkzeuge mit der Wissenschaft selbst-gleichen Schritt halten müssen, so erfordert der jetzige Zustand derselben, bei dem Gebrauch minder guter Instrumente die Gegenstände der Untersuchung in den Zustand eines Maximums oder Minimums zu bringen, wo begangene Fehler nicht leicht merklich werden können, oder da dieser Zustand bei den wenigsten Gegenständen Statt finden kann, indem jetzt die Versuche vorzüglich in kleinen Räumen und Massen gemacht werden, den Gebrauch sehr guter Instrumente. Auch ich habe zur Vervollkommnung der Luftpumpe und Waage etwas beitragen wollen; in wiefern mir dieses gelungen ist, überlasse ich dem sachkundigen Publikum, dem ich die Resultate der Ausführung meiner Ideen hiermit vorlege. Eine vortheilhafte Anerkennung meiner Bemühungen würde mir sehr erfreulich seyn.

I.

Beschreibung der von mir ausgeführten Luftpumpen.

Die erste Idee zur Anordnung der Theile gegenwärtiger Luftpumpe gab die Bestellung meiner verehrten Regierung für das hiesige physikalische Museum; eine Verbesserung dieser Ideen veranlaßte die Bestellung der königlich preussischen Regierung auf zwei Exemplare für die Universität zu Bonn. Bei Gelegenheit der Unterhandlung mit der löblichen Oberaufsicht über alle unmittelbare Anstalten für Wissenschaft und Kunst stellte ich die allgemeinen Forderungen, die man an eine gute Luftpumpe thut, auf. Sie bestehen in Folgendem.

1) Eine gute Luftpumpe muß einen stehen den Stiefel haben.

2) Muß schnell exantliren.

3) Muß bei dem Bau auf Vermeidung des schädlichen Raums Rücksicht genommen werden.

4) Müssen so wenig als möglich Fugen an der Maschine seyn; die unvermeidlichen aber müssen leicht verschließbar, und die Anordnung der Theile bei jeder zu verschließenden Fuge muß so gewählt seyn, daß sie den Zutritt der atmosphärischen Luft gänzlich verhindert.

5) Muß an einer vollkommenen Luftpumpe die Absperrung des leeren Raums von der Pumpe mit keinen ewig wandelbaren, das Maximum der Leere verhindernden Ventilen, sie mögen gemacht seyn wie sie wollen, sondern mit Hähnen bewirkt werden, die sich freilich auf eine bequeme Art müssen öffnen und schließen lassen.

6) Müßen Zeller und Glockenränder vollkommen eben geschliffen seyn, daher muß auch zu Zellen das poröse Messing vermieden, vielmehr können dieselben von Glas gearbeitet werden, wodurch man die entleerten Glocken, so lange man will, in dem leeren Zustand erhalten kann.

7) Muß der Bau so einfach als möglich seyn, um nöthigen Falls Zerlegung und Zusammensetzung in kurzer Zeit mit Sicherheit bewirken zu können.

8) Verlangt der jetzige Zustand der Wissenschaft eine Einrichtung, die über irgend einer Substanz gesunde Luft zur Untersuchung auf die pneumatische Wanne, oder Gase von der Wanne unter die Glocken zu transportiren, auch mit Leichtigkeit entleerte Vallons mit Gasarten anzufüllen.

Wie ich die selbstgestellten Forderungen erfüllt habe, zeigen die auf Tab. IV gezeichneten Figuren. Fig. 1 zeigt die Luftpumpe im Durchschnitte.

Ich sowohl, wie jeder Andere, muß van No-
rum beipflichten, daß ein Stiefel von großen Vo-
lum besser ist, als 2, auf welche das gleiche Volum
übergetragen ist; denn es giebt bloß einen Stiefel
nach der größten Strenge cylindrisch auszarbei-
ten, man erspart einen Stempel, Kolbenstange
und Hahn, und da kleinere Cylinder im Verhält-
niß mehr Oberfläche als größere haben, so kann
auch die Reibung nicht so stark seyn. Der ste-
hende Stiefel hat den Vortheil, daß beständig
über dem Stempel etwas Del erhalten werden
kann, welches die Friction vermindert, und den
Zutritt der Luft zwischen Kolben und Stiefel-
rand verhindert. Diesen Grundsätzen zu Folge
gab ich dem Stiefel (Anhang Tab. 1. Fig. 1. A A A A)
3 par. Zoll Durchmesser und 20 Zoll Zughöhe,
und sorgte dafür, daß durch den den Stiefel ver-
schließenden Boden der schädliche Raum vermie-
den, der Boden selbst genau in die Achse des
Stiefels gebracht, und die Fuge ohne unterge-
legte Lederscheiben geschlossen wurde.

Jeder der sich mit Drechseln beschäftigt hat,
weiß, daß wenn man eine Schraube genau concen-
trisch gedreht hat, und in ein anderes genau concen-
trisches Stück, es sey ein Material, welches
es wolle, die Mutter dreht und beide Theile zu-

sammenschraubt, die Centricität gestört wird; wenn man daher auf das Ende eines Luftpumpenstiefels die vorhergehende Erfahrung anwendet, so folgt, daß die senkrechte Linie auf die Mitte des Bodens entweder die Achse des Stempels unter einem Winkel schneiden, oder daß sie mit der Achse parallel laufen muß; der Stempel ist aber genau gedreht, daher kann derselbe, wenn der Boden eben ist, denselben nicht genau berühren; hat aber das Stempelende zur Vermeidung des schädlichen Raums irgend eine Form, so kann es nicht das Umgekehrte dieser Form, die in den Boden eingedreht ist, ausfüllen, und es wird, obgleich der schädliche Raum scheinbar vermieden ist, doch ein schädlicher Raum Statt finden, welcher Fehler noch vermehrt wird, wenn man eine Lederscheibe, die doch niemand für gleichförmig stark wird ausgeben wollen, des luftdichten Schlusses wegen unterlegt. Diese Betrachtungen und Erfahrung bestimmten mich, die äußere Seite des Stiefels bei BB conisch zu bearbeiten, das Bodenstück CC dem abgestumpften Kege anzupassen und einzuschleifen, das Ganze aber mit dem Ringe DD zusammen zu pressen. Die Fortsetzung des Bodens, worin der Hahn sich befindet, ist ein massiver Würfel.

Dieser Schluß hat sich so bewährt gefunden,

daß er nichts zu wünschen übrig ließ; zugleich bekam ich Raum zur Vorrichtung den schädlichen Raum zu entfernen, zu welchem Zweck ich den Boden bei bb so tief conisch eindrehete, daß der Scheitel des Kegels bis auf eine starke Haarstärke auf der Oberfläche des Hahns auffaß; in diese conische Vertiefung paßt die eben so geformte Fortsetzung des Stempels E bei cc. Diesen Stempel habe ich anders, wie man gewöhnlich thut, gearbeitet.

Ein gewöhnlicher Luftpumpenstempel besteht, wie bekannt, aus mehreren, auf einem Cylinder oder abgestumpften Kege, gereihten Lederscheiben, die mit einer Schraube zusammengepreßt, und auf der Drehbank bis zum luftdichten Schluß bearbeitet werden. Nach einem einige Zeit langen Gebrauch arbeitet sich Stiesel und Kolben aus, und der luftdichte Schluß läßt beträchtlich nach. Das einzige Mittel auf einige Zeit zu helfen ist das Ueberbinden eines Stückes sämischen Leders; hat sich auch dieses abgearbeitet, so ist öfters kein anderes Mittel, als einen neuen Stempel zu machen; deswegen bildete ich den Stempel bei ee mit einem Charnier, welches auf die Platte dd zugleich angegossen wurde; auf dieser Platte sitzt der abge-

knüpste Regel $\zeta\zeta$, der sich in eine Schraubenmutter zur Aufnahme des Strücks cc endigt.

Der zwischen der Platte dd , dem Regel $\zeta\zeta$ und dem Regel cc befindliche leere Raum $aaaa$ ist mit Kork ausgefüllt, welcher gehörig abgedreht ist, auf welchem 2 gepresste lederne Kappen $\beta\beta, \beta\beta$ geschoben, und bis zum gehörigen Schluß abgedreht sind. Diese Kolben gehen wegen der Elasticität des Korks mit einer ungemeinen Leichtigkeit, schließen sehr gut, und wenn sie abgearbeitet sind, darf man nur den Regel cc zuschrauben, wodurch der Kork aufgetrieben und der Stempel von Neuem passend gemacht wird. Daß G die gezahnte Kolbenstange, φ das dieselbe in Bewegung setzende Stirnrad, UU die hölzernen Backen, in welche die Stirnradswelle eingelassen ist und sich bewegt, und X die Kurbel bezeichnet, wird man ohne meine Erinnerung einsehen.

An diesen hölzernen Backen UU ist, nach der inwendigen Seite zu, ein Zapfen n befestigt, um welchen sich eine Hülse o bewegt, die mit dem doppelten sich in einen gezahnten Kreisbogen endigenden Hebel TT Fig. 2 verbunden ist; in beiden Figuren sieht man die Kurbel, durch welche dieser Bogen bewegt wird, und da derselbe, wie man Fig. 2 sieht, in eine gezahnte Stange M

greift, so wird diese durch Heben oder Niederdrücken auch auf und nieder bewegt; diese Stange M ist an ihrem untern Ende, wo Fig. 3 dieselbe vorstellt, auch gezahnt, greift in den mit dem Haupt- und Wechselhahn verbundenen Quadranten m, und öffnet und schließt denselben. Diese Einrichtung ist, wenn ich nicht irre, eine Angabe des Herrn Hofrath Lichtenberg, und früher vom verstorbenen Sekretair Schröder in Gothe zu eben diesem Zweck angewendet worden; sowohl diese, als frühere ähnliche Anordnungen, zum Oeffnen und Schließen der Hähne, lassen sich leicht so einrichten, daß die Maschine diese Function selbst verrichten muß; ich bin aber kein Freund von Einrichtungen, wo Bewegungen wider Willen hervorgebracht werden, deswegen habe ich diese angewendet und der Experimentator hat es ganz in seiner Gewalt, zu jeder Zeit den Hahn in Bewegung zu setzen, und dadurch die Maschine auch als Compressionsmaschine zu gebrauchen, wozu ich ein Apparatstück, bestehend aus einem starken gläsernen Cylinder, einem aufzuschraubenden eignen Keller und einem starken Deckel, welche Theile durch eine eiserne Zwinge zusammen gehalten werden, geliefert habe. Was ein Wechselhahn ist, sollte billig jedem meiner Leser bekannt seyn, den

jénigen, die es nicht wissen sollten, diene zur Nachricht, daß ein solcher Hahn zweimal durchbohret ist, einmal längst der Achse des Hahns mit Umbiegung des Lochs nach der Peripherie, wie in Fig. 1 bei F. zu sehen, das anderemal um einen rechten Winkel, vom Ausgange dieser Oeffnung auf die Peripherie angerechnet, senkrecht auf die Achse, wie der Hahn Fig. 1 bei k. Dieser Hauptwechselhahn öffnet sich bei a in eine conische, auf ihrer Peripherie mit einer Schraube versehene Hülse, zur Aufnahme des luftdichten Canals Fig. 4 bestimmt.

Das Bodensstück II der Pumpe, welches zur Aufnahme des Hahns würfelförmig gearbeitet ist, endigt sich bei yy in einen Cylinder, auf dessen Oberfläche eine Schraube gedreht, der aber selbst conisch ausgehöhlt ist; in welche Höhlung das kegelförmige mit einem Ansatz versehene Stück xx eingepaßt und eingeschliffen ist; die mit einem weiten Loch, um an die Röhre H angeschoben werden zu können, versehene Schraubenmutter WW drückt beim Zuschrauben auf den Ansatz des conischen Stücks xx und bewirkt den vortrefflichsten Schluß, den man wünschen kann. H ist der zwischen Stiefel und Tellern befindliche Communicationscanal, der bei R mit einem Gefäß verbun-

den ist, um Feuchtigkeit, die bei Versuchen in die Communicationsröhre und durch diese in die Pumpe kommen könnte, wie auch aus dem Stiefel das Oel, welches die Luft zwischen den Kolben durchdrücken sollte, aufzunehmen. Dieser Communicationscanal H steht mit dem die beiden Teller verbindenden auf folgende Art in Verbindung: das Stück A' B' Fig. 1 hat bei ee, dd e' e', d' d' zwei cylindrische Zapfen, die conisch ausgebohrt, und in welche die Docken k und l, die die Teller tragen, eingeschliffen sind; das untere Ende dieser Docken ist mit Schraubengängen versehen, welchen die Muttern dd d' d' entsprechen, womit die Docken in die Löcher eingepreßt werden, wodurch der luftdichte Schluß bewirkt wird. Der Canal H ist mit diesen Docken auf die Art, wie mit der Pumpe verbunden, wie aus der Zeichnung klar ist. Auf die untere Seite der Platte A' B' Fig. 1' ist ein aus Tafelmessing getriebener halber hohler Cylinder, mit ff bezeichnet, aufgedöhlet, wodurch luftdichte Communication zwischen beiden Tellern hervorgebracht ist.

Ich war gezwungen 2 Teller bei der Einrichtung dieser Luftpumpe anzuwenden, obgleich, wie bei andern, einer hinreichend gewesen wäre; wenn man Ballons entleert um Gase einzulassen, um

ihr absolutes Gewicht zu bestimmen, ist man immer in Unsicherheit, wegen der Größe der Entleerung, woraus nothwendig Fehler entstehen müssen. Schraubt man auf den Teller K den zu exantlirenden Ballon, so kann man auf L einen Recipienten mit der Birnprobe setzen, den Teller K mit dem Hahn absperren und nach eingetauchter Birnprobe bei L Luft zulassen, zu welchem Zweck in der Docke l der Wechselhahn angebracht ist, wodurch man im Stande ist den im Ballon enthaltenen Antheil Luft und deren Schwere, nach Barometer- und Thermometerstand, zu bestimmen. Uebrigens kann man bei jedem Versuch auf dem einen Teller das gewöhnliche dazu vorgerichtete Barometer und Manometer aufsetzen.

Die Teller sind nicht, wie sonst gewöhnlich, aufgeschraubt, sondern sind mit konischen Hülsen auf entsprechende Zapfen aufgeschoben, und werden, beinahe nur der Form wegen, durch die Schraubennuttern qq' gehalten. Ich mußte diese Einrichtung wegen der verlangten gläsernen Teller wählen, weil ich durch Aufschrauben derselben das Berspringen befürchtete.

Zum Transport der Gasarten von der pneumatischen Wanne in die Recipienten, oder aus diesen zur Untersuchung auf die Wanne dient die

Vorrichtung Fig. IV; das kegelförmige Ende bei *u* paßt sowohl in die Hülse bei dem Haupthahn als auch in einen oder einige Recipienten, und wird mit der Fingerschraube, mit einem oder dem andern dieser Apparatsstücke luftdicht verbunden. Es ist eigentlich ein mit 2 Sperrhähnen *Q* und *O* versehener, durch die Einrichtung mit 2 Kegeln, wie bei *u v* zu sehen, luftdicht beweglicher Canal, dessen Oeffnung durch *s* angedeutet ist. Bei *1* und *2* sind die beiden beweglichen Knie. *P* ist der Recipient, der auf dem Steg der pneumatischen Wanne steht, welcher durch einen Kolbenzug, nach geöffneten Hähnen, mit Wasser angefüllt wird, das durch die zugelassenen Gase wieder in die Wanne zurück geht.

Es wird Niemand in Abrede stellen, daß diese Pumpe auf die allereinfachste Art gebaut ist, und daß alle Fugen ohne Mühe luftdicht verschlossen werden können, da außer dem wenigen Leder zum Kolben nirgends von diesem Material, den fehlerhaften Verschuß zu verbessern, angewendet worden ist.

Dagegen waren Wirkung und Dauer auch so, daß ich bei der ersten so ausgeführten Luftpumpe das ausgekochte Barometer durch anhaltendes Exantliren bis auf eine Linie über das Niveau herunter brachte,

in welchem Zustand es 17 Tage verharrte, es würde auch länger darin geblieben seyn, wenn ich nicht einem fremden Besuchenden zu Gefallen, um den Bau und die Wirkung zu zeigen, Luft eingelassen hätte. Daß man diese Einrichtung bis zur Größe der Handluftpumpen verkleinern, und dazu, wie zu jeder andern mehr oder weniger viel Apparatstücke liefern und anwenden kann, versteht sich auch ohne meine Erinnerung.

Eine ähnliche Umformung habe ich mit der Schraderschen Luftpumpe vorgenommen, und eine ganz simple Vorrichtung zum Oeffnen der metallenen Regelventile angebracht, wodurch die Wirkung sehr verbessert wurde. Da ich eine Beschreibung hier der nöthigen Kupferplatte wegen nicht geben mag, so erbitte ich mich Liebhabern, die sich an mich wenden, Zeichnung und Beschreibung zukommen zu lassen.

Beschreibung der von mir gelieferten Wagen.

1) Wage mit hohlem Balken.

Daß die Wage ein Werkzeug zur Ausmittlung des Gewichts aller schweren Gegenstände ist, ist jedermann bekannt; eben so bekannt ist es,

daß der gleicharmige Hebel, an welchem die Vorrichtung zur Aufnahme der zu wiegenden Sache und des Gegengewichts der Wagbalken, genannt wird; schon nicht so bekannt ist es hingegen, daß die 3 Nägel, die den Unterstützungspunkt des Wagbalkens, und die Aufhängepunkte der Wagschaalen bilden, in einer geraden Linie liegen müssen, und daß ersterer, wenn die Wage in den Zustand der größten Empfindlichkeit gebracht werden soll, um eine gewisse Größe über den Schwerpunkt des Wagbalkens liegen muß. Damit sich der Wagbalken nicht biege, und Unrichtigkeiten veranlasse, muß seine Stärke mit der zu wiegenden Sache im Verhältniß stehen, daher kommt es aber, daß kleine aufgelegte Gewichte gegen die Masse des Balkens verschwinden müssen, oder keinen Ausschlag bewirken können. Aus diesem Grunde hat man zu Ausmittlung ungemein kleiner Gewichte sehr feine Wagbalken einführen müssen; dergleichen sind die sogenannten Probirwagen, wo auf eine Schaaale höchstens 1 Quent, welches als Centner angenommen wird, gelegt werden kann; hingegen muß so eine Wage auch die Probirquente, das ist, $\frac{1}{4096}$ der Quente bestimmt, und mit bemerkbarem Ausschlage angeben. Der neuere Zustand der Physik und der Chemie vorzüglich erfordert

wegen der geringen Massen, womit man arbeitet, Wagen, die noch größere Empfindlichkeit haben müssen. Die Verbindung von Umständen in meinen jetzigen Verhältnissen zwang mich, meine Aufmerksamkeit nicht ohne Erfolg auf die Fabrikation der Wagen zu richten. Es sind aus meiner Hand 10 Zentnerwagen, deren Gleichgewicht durch Auflegung eines 20 Kreuzerstücks gestört wurde; Kraemerwagen, die ohngefähr 16 Pf. bei einer Balkenlänge von einer Elle tragen konnten, mit einer Empfindlichkeit, daß dieselben $\frac{1}{10000}$ Quent unbelastet angaben, Wagen zu physikalischen und chemischem Gebrauch von 10 Zoll Länge, die $\frac{1}{100}$ Gran bestimmt bemerkten, gegangen.

Die Bestellung der königlich preussischen Rheinuniversität auf eine Wage, die bei starker Belastung noch ungemeine Empfindlichkeit besitzen sollte, veranlaßten mich, über den Gegenstand nachzudenken. Daß eine große Masse am Balken zu vermeiden sey, gieng aus der Forderung hervor, es blieb mir daher die Wahl zwischen einer Wage mit hohlen, oder durchbrochenen Balken. Die Freigebigkeit, mit welcher die Universität zu Bonn dotirt war, ließ keinen Zweifel zu, daß man bei Zahlung des mäßigen Preises Schwierigkeiten machen würde. Die in Gilberts Anna-

len beschriebene mendelfonsche Wage war mir zu
 zusammengesetzt; die in Studers Beschreibung ei-
 nes vollständigen Apparats zu ökonomischen Ver-
 messungen S. 164 angebotene Wage, die $\frac{7}{20}$ eines
 Grans angeben soll, zu unempfindlich; die einge-
 schlagene Mittelstraße brachte die jetzt zu beschrei-
 bende hervor. Der Wagbalken (Anhang Tab. II.
 Fig. 1) ABCD ist von dem einen Nagel a bis
 zum andern b 2 par. Schuh lang. Er besteht aus
 2 abgestumpften Regeln, die an ihren Grundflächen,
 welche beinahe 3 par. Zoll Durchmesser haben,
 mit einem Ringe cdef verbunden sind, die
 Stärke des Metalls der Regel übertrifft die eines
 Kartenblatts sehr wenig; in die Abstumpfung sind
 2 massive Stücke Stahl gh weich eingelötet,
 denen die Form eines Parallelepipedons gegeben
 worden ist, an die sich die ovalen massiven die
 Nagel enthaltenden Stücke E, F, die man Fig. 2
 im Durchschnitt sieht, anschieben lassen. Jedes
 solches Stück enthält 3 Schrauben, a β γ und
 a' β' γ' , die bei F dienen den Nagel zu heben und
 zu senken, um ihn mit den beiden andern in eine
 gerade Linie zu bringen, die bei F sind blos der
 Form wegen, damit der Balken in jeder Entfer-
 nung vom Mittelnagel gleiche Schwere habe.
 In die Parallelepipeda sind Schraubenmuttern ge-

schnitten, welche die in eine feine Spitze sich endigenden, mit einem Gegengewicht *ik* versehenen stählernen Schrauben *G, H* aufnehmen; zum Anziehen derselben ist durch jede ein Loch gebohrt, um den Schraubenschlüssel durchstecken zu können. Die Schraube *H* preßt das ovale Stück *F* blos gegen das Balkenende; in dem Ansatz der Schraube *G* ist eine Nuth eingedreht, in welche sich die Spitze des Schraubchens *d* setzt, durch Auf- oder Zuschrauben wird das Stück *E* nach dem Mittelnagel *I* zugeschoben, oder von ihm entfernt, wodurch also der eine Hebelarm, der Justification wegen, verlängert oder verkürzt werden kann. Der Mittelnagel *I* ist 4eckig in den Ring *cd ef* eingelocht, und seinen beiden Enden ist die gewöhnliche Form der Wagennagel gegeben worden. Man muß nicht glauben, die Friction heinabe gänzlich vermeiden zu können, wenn man die Nagel messerscharf bildet, man setzt sich des Ausbrechens oder Umlegens der Schneide auf jeden Fall aus; vielmehr müssen die beiden die Keile bildenden Flächen rundlich seyn, damit die Schneide immer Widerlage habe.

Legt man den bis jetzt beschriebenen Wagbalken mit dem Mittelnagel auf eine Unterlage, so wird derselbe, bei der mindesten Belastung auf ei-

ner Seite, umschlagen und sich vertikal stellen, denn der Punkt seiner Aufhängung fällt mit dem Mittelpunkt seiner Schwere zusammen; aus mathematischen Gründen, die schon zu oft auseinandergesetzt worden sind, als daß ich sie auch hier wiederholen sollte, verlangt die Stabilität einer Wage, daß der Punkt der Aufhängung über dem Mittelpunkt der Masse liegen müsse. Dieser Forderung wird bei der Art Wagen nur durch Zusatz von Masse Gnüge geleistet, oder welches eins ist, man bringt ein Gegengewicht an. Die Art, wie ich dieß bewerkstelligt habe, zeigt Fig. 3: in den Ring *c* *d* *e* *f* sind senkrecht auf die Schneide, und in der Ebene derselben 2 Löcher zur Aufnahme der Schraube *l* *m* bestimmt gebohrt, diese sind flach gesenkt, oben, um den Kopf *l* Ansatz zu geben, unten, um der Schraube *m* *l*, die sich in ein Parallelepipedon endigt, auf welches eine runde Platte mit entsprechendem viereckten Loch paßt, welche durch eine kleinere Schraube aufgepreßt wird, Halt zu geben, und den Spielraum zu verhindern, wie aus der Figur deutlich ist. Der Nagel ist zum Durchgang der Schraube durchbohrt; die Muttern sind aber in einen Rahmen, der genau an den Nagel paßt, eingeschnitten, an diesem Rahmen sind unten 2 bleierne Gewichte, wie eins bei *K* zu sehen, befestigt.

Schraubt man die Schraube zu, so bewegt sich der Rahmen mit den Gewichten in der Richtung m , dadurch wird der Mittelpunkt der Masse dem Punkt der Aufhängung genähert, und die Wage wird empfindlicher; schraubt man die Schraube auf, damit die entgegengesetzte Bewegung statt findet, so wird, da der Mittelpunkt der Masse tief unter dem Punkt der Aufhängung zu liegen kommt, die Wage träge. Durch kluge Behandlung der Schraube l m ist man daher im Stande, der Wage jeden Grad von Empfindlichkeit zu geben, ohne ihre Nichtigkeit zu stören.

Die kleinen Gewichte i k dienen dazu, durch Vordrehen oder Rückschrauben beiden Armen gleiche Schwere zu geben, da man der vorkommenden Störung des Gleichgewichts durch Politur und Lack auf keine andere Art gut abhelfen kann.

In jeder Rücksicht ist die Zunge an einer Wage eine unnütze Belastung, oder vielmehr Gewicht, dessen Einwirkung durch ein Gegengewicht vernichtet werden muß, das Gegengewicht ist bei einer, mit einer Zunge versehenen Wage, die erforderliche stärkere Brust oder Brüstung, die bei dieser Wage, da der horizontale Stand durch den Balken selbst bemerkt wird, auch wegfallen muß; wie dieß bewerkstelligt ist, soll später folgen.

Jeder gemeine Wagbalken stellt sich wegen der Scheere oder Gabel selbst horizontal; die eben beschriebene Wage hat keine Scheere, deswegen mußte derselben zur Auflage des Balkens, und wegen der Sicherheit des Standes folgende Einrichtung gegeben werden: Auf die Säule LMNO ist die starke Platte xy aufgeschraubt, diese Säule ist mit ihrem Fuß an eine andere länglichte Platte εζ angeschraubt; auf den Kästen, der der Wage zum Fuß während des Gebrauchs, beim Transport aber zur Verwahrung dient, ist eine der Platte εζ entsprechende ηθ mit Holzschrauben aufgeschraubt, worauf εζ nebst der Säule durch die Schrauben vw befestigt wird. Auf der Platte xy sind 2 gewölbformige Bogen, Fig. 1 und 3 QRS, zur Auflage des Balkens bestimmt, mittelst Kloben befestigt; bei μν ist ein etwas wenig erhabenes Stück Carneol eingeschoben, und mit 2 kleinen Schraubchen befestigt, auf welchem sich der Nagel bewegt. Man sieht aber leicht ein, daß bei der Arbeit auf der Wage, wegen der geradlinigten Form der Aufschlagsteine, der Balken sich verwenden, wodurch ein unrichtiges Resultat entstehen, ja selbst im schlimmsten Fall von dem Bogen herunter fallen könnte.

Dieses ist durch eine andere Vorrichtung ver-

hindert: Um die 2 Bogen QRS Fig. 3 greift eine beinahe halbkreisförmige Gabel TTU, die sich in einen Anfaß und Schraube endigt; diese ist auf eine Säule rstu geschraubt, die in der größern LMNO sich durch Hilfe eines Getriebes Y einige Linien auf und nieder bewegen läßt, Z ist der Wirbel zur Bewegung des Getriebes, so wie z die gezahnte Stange. Den Eingriff zeigt Fig. 4 im Durchschnitte. In dieser Gabel liegen 2 gewöhnliche stählerne Wagenpfannen, die sichtbare ist mit vw angedeutet, und zwar etwas tiefer, als der Stein $\mu\nu$; bewegt man nur die Säule rstu mit dem Getriebe Y in die Höhe, so legt sich der Nagel in die Pfanne vw, worinn er sich wegen ihrer parabolischen Form so wenig, als bei einer gemeinen Wage verwendet. Nach der Belastung, wenn die Wägung beinahe vollendet ist, läßt man durch Rückdrehung des Getriebes den Nagel auf den Carneol aufsetzen, und legt das wenige Gewicht, welches die verminderte Friction noch bemerklich macht, zu, oder nimmt den Ueberschuß weg. Da mit der Nagel nicht zur Seite ausweichen kann, sind die Frictionsplatten von Carneol $\rho\pi\lambda$ angebracht. Da dieser Wage die Scheere, die sich durch ihre Schwere senkrecht stellt, fehlt; so ist der vertikale Stand der Säule mit 2 Libellen

WV und X gesichert, welche, wenn sie bei der Berichtigung einmal durch ihre Stellschrauben corrigirt sind, bei gestörter richtiger Stellung der Säule durch 3 unter dem Kasten befindliche Stellschrauben wieder zum Einstehen gebracht werden können. Zur Bemerkung des Einstehens dieser Wagen dienen die Spitzen der Schrauben G und H, welche sich an zwei Scalen A'B', und C'D', die sich an den Säulen B'F' und C'E' befinden, bewegen; die Schraubenslöcher in diesen Scalen sind der Berichtigung wegen etwas länglich gefeilt, um die Scalen verrücken zu können.

Die Art der Befestigung der Kloben zur Aufnahme der Wagschaalen zeigt im Durchschnitt Fig. 2. a'b'c' ist der Kloben von hartem Stahl, den man Fig. 1 von vorn sieht; die Pfannen und Frictionschilder nebst ihrer Befestigung sieht man bei a'β'γδ'.

Während der Belastung würde es sehr un- zweckmäßig seyn, die Wagschaalen auf den Kasten aufstoßen zu lassen; zur Vermeidung dieser Unannehmlichkeit habe ich eine Vorrichtung im Kasten angebracht, die noch den Vortheil gewährt, daß ohne des Besizers Willen niemand die Wage gebrauchen kann: Der Kasten ABCD ist so eingerichtet, daß der Einschließkasten nur die Größe

a b c d hat, um eine Leiste von der Breite a'a b'b einleimen lassen zu können, um die Welle, an der das Stück C befestigt ist, unabhängig von dem Einschließkasten zu bekommen. Die punktirten Linien sind die Holzstärken des innern Kastens. An dem obern Theil des äußern Kastens sind durch die Charniere K und L die beiden Hebel FG und HI, an den Enden derselben sind durch andere Charniere bei o und u die Cylinder O, P befestigt, die sich in die Teller M und N endigen, welche höher als die Schalen gezeichnet sind, weil, wenn die Schalen während der Belastung, oder außer Gebrauch darauf ruhen, die Schnüre derselben schlaff sind, und keine Wägungen gestatten. In den Einschnitten g h, k l liegen zwei starke Federn, die die Hebel, wenn das einem Schlüsselbart ähnliche Stück E um einen rechten Winkel umgedreht wird, unterwärts drücken, und daher die Teller M und N auf den Kasten aufsitzen machen.

Die Welle, die das Stück E trägt, endigt sich, wie die Zeichnung angiebt, in einen vierkantigen Zapfen, an welchen zur Bewegung eine kleine Kurbel gesteckt wird. Hebt man durch Umdrehung derselben die Teller, und bringt dadurch die Schalen zum Aufsitzen, zieht die Kurbel ab, und verschließt dieselbe in den Kasten, so ist der Gebrauch der Wage für jedermann unmöglich gemacht.

Bei der Justification dieser Wage ist noch eine kleine Sehwage nöthig, um durch Hülfe derselben durch die unter dem Kasten befindlichen Stellschrauben die Oberfläche der Carneole horizontal zu stellen, und nach dieser Einstellung die Wasserrwagenblase zwischen ihre Marken einzustellen, dann legt man den Balken ein, und läßt denselben durch Hülfe der Schrauben k, i auf den Nullstrich einstehen, nachdem man schon zuvor die Nadel durch die Schrauben $\alpha \beta \gamma$ in eine gerade Linie gebracht hat. Wendet man den Balken um, daß der rechte Arm in die Lage des Linken kommt, und beobachtet dessen Stand, so wird die Abweichung von den Nullpunkten der Scalen bald zeigen, wo man zu corrigiren hat. Die Correction verrichtet man halb an den Stellschrauben, halb an den Gewichten i und k , und fährt mit Einstellen und Umwenden fort, bis das Einstehen erfolgt; sollte dieß auf beiden Scalen nicht auf den Null-, sondern auf einen andern Strich treffen, so sind die Scalen so weit als nöthig zu verrücken. Wenn dieses geschehen ist, wird die Blase der Wasserrwage durch die Correktionsschrauben eingestellt, und unverrückt erhalten. Zunächst werden nun die Schaalen aufgehangen, und mit dem größt möglichsten, auf der Wage zu wiegenden Ge-

wicht belastet; nach dem Wechsel derselben zeigt es sich, ob die den Nagel tragende Vorrichtung E durch die Schraube G dem Mittelnagel I genähert oder entfernt werden, d. i. ob der Hebel verlängert, oder verkürzt werden müsse. Nach jeder Operation mit dieser Schraube muß gewöhnlich auch das Gegengewicht i oder k verändert werden. Nach kurzer Zeit wird man mit der Justification zu Stande seyn, und man kann, wenn man den Balken zuvor durch die Schraube l nahe an den Punkt der größten Empfindlichkeit gebracht hat, denselben träger stellen, ohne daß die Richtigkeit der Hebel verändert wird. Wie man mit unrichtigen aber guten Wagen dennoch richtig wiegen kann, werde ich am Ende dieses Aufsatzes zeigen.

Zu diesen Wagen habe ich 2 Paar Wagschaalen geliefert: ein Paar sehr stark vergoldete, um die Oxydation durch zufällig darauf gekommene fressende Substanzen zu verhindern; ein Paar stark mit Goldfirniß überzogene, um bei Gebrauch des Quecksilbers das Anquellen, oder anderer auf das Gold wirkender Dinge den Ruin derselben zu verhüten.

Eine dritte kurzgeschnürte Schaaale mit Haken, die mit jenen gleiche Schwere hat, ändert diese Wage zur hydrostatischen um. Die dazu mit der größten Sorgfalt gearbeiteten stark vergoldeten Ge-

wichte, fangen von 32768 Gran an, und gehen herunter bis auf $\frac{1}{100}$ Gran, so daß dasselbe zu Abwägungen von 65536 Gran zureicht.

2) Wage mit durchbrochenem Balken.

Aus der Beschreibung der Hohlwage wird jeder meiner Leser einsehen, daß dieselbe ein sehr schönes, aber kostbares physikalisches oder chemisches Werkzeug sey, dessen Ankauf bei manchem Privatmann, der es bisweilen mehr und öfterer gebrauchen könnte, als es in physikalischen Kabinetten benutzt wird, durch den Preis verhindert wird. Bei Gelegenheit einer Bestellung auf eine beträchtlich belastbare sehr empfindliche jedoch nicht allzu theure Wage, entschloß ich mich, einen Versuch mit einer Wage zu machen, deren Balken durchbrochen war, die den Vortheil der geringern Masse mit Unbiegsamkeit verbindet, deren Empfindlichkeit ich bloß von Hörensagen kannte, und einen Aufsatz darüber von Tralles in Gilberts Annalen gelesen zu haben mich erinnerte; ohne jenen Aufsatz zur Hand zu nehmen, führte ich die zu beschreibende Wage aus, die bei beträchtlich verminderten Preis die Vortheile der Hohlwage in sich vereinigt. Die 5te Figur a des Anhangs stellt diese Wage im Aufriß, so wie die übrigen Figuren einzelne zur

Erklärung nöthige Theile dar: Der Wagbalken ACB ist von einem Endnagel A bis zum andern B 16 französische Zoll lang, er ist aus Messing, dessen Dicke die eines mäßigen Messerrücken nicht übertrifft, gearbeitet, und wie die Figur zeigt, durchgebrochen, so daß die Verbindungsstreben abcdef zur Befestigung des Nagels C und Aufnahme des die Masse bewirkenden Gewichts D', und die Streben gh und ik stehen geblieben sind. Die Haken zur Aufnahme der Schalen haben die gewöhnliche Form, und die Nagel A und B sind in sogenannte gewöhnliche Flaschen gelocht, in diese Flaschen sind die als Zeiger zugespitzten Schrauben l und m befestigt, welche die kleinen Gewichte n und o tragen, die zur Correction der Schwere des einen Arms dienen, wenn das Polliren oder Lackiren dieselbe gestöhrt haben sollte. Bei der Justification zeigte es sich, daß bei der Belastung sich der Balken zur Seite bog, und daher nach Verschiedenheit der Gewichte diese Aenderung mehr oder weniger betrug; dieses bestimmte mich 4 Streben auf die Fläche des Balkens, wovon 2 mit EF, GH bezeichnet sind, durch die Schrauben rrrr .. zu befestigen, welches den gewünschten Erfolg hatte. Um des Nagels Lage unverrückt zu erhalten, wurde an der Stelle cd Fig. 5 a

das Messing durch 2 Backen verstärkt, wie in Fig. 5 b bei cd zu sehen ist, die Schraube, die das Gewicht D' trägt, hat am obern Ende einen kleinen cylindrischen Zapfen, mit welchem sie in das Stück cd tritt. Das untere Ende ist 4kantig gefeilt, und bloß straff in den Balken gedrückt, der Klöben ef Fig. 5 a und b verhindert die Veränderung der Lage dieser Schraube. Um die den Ausschlagwinkel bestimmenden Scalen anzubringen, wurde an das auf die Platte RS, die überdies noch den Trägern TT, welche Pfannen und Frictionschilder enthalten, zur Befestigung dient, geschraubte Winkelstück rstu Fig. 5 a und b., das hölzerne linialstarke Stück IKLMNO mit den Schrauben vw befestigt, dieses flache dünne Stück gegen das Werfen zu sichern, wurde eine Strebe auf der hohen Kante aufgeleimt. Man sieht diese Strebe mit PQ bezeichnet, wenn diese Vorrichtung nach der Linie lm Fig. 5 a durchschnitten gedacht wird; eben diesen Durchschnitt sieht man in der Mitte, wo die Strebe ebenfalls mit PQ bezeichnet ist, in Fig. 5 b; in Fig 5 c sieht man auch, daß in der Richtung von N nach Z ein Stück aufgeleimt ist, welches die Länge von M nach N hat, um die Scalen aufzunehmen, und dieselben zur Vermeidung der optischen Paralaxe so

nahe als möglich an die Zeiger zu bringen, die Scale im Durchschnitt ist mit xy , die sie haltenden Schrauben aber durchgängig mit z bezeichnet. Die Scalen haben der Correction wegen längliche Löcher, wie leicht vorauszusetzen ist.

Die Sicherheit des Standes wird auch bei dieser Wage durch eine Libelle $u v$ beurtheilt, welche auf folgende Art angebracht ist: Auf die Platte RS sind 2 zehnte Stangen unter rechtem Winkel, Fig. 5 a und b mit $\alpha\beta$, $\gamma\delta$ bezeichnet, angeschraubt, diese Stangen sind an ihren Enden genau cylindrisch gedreht, und mit Ansätzen versehen, um das Herabgleiten des angehangenen Niveau zu verhindern; einer der Aufhängearme des Niveau ist Fig. 5 d gezeichnet. Die Glasröhre mit der Luftblase (niveau a bulle d'air) liegt bei dieser Einrichtung in einer sehr weiten messingenen Röhre, durch eine Feder $e\zeta$ wird sie gegen die Schraube gepreßt, durch welche, da dieselbe eine Neigung der Glasröhre gegen den Horizont bewirkt, die Verichtigung bewerkstelligt wird. Zuerst wird die horizontale Lage der Pfannen durch Aufhängung der Wasserwage an der Stange $\gamma\delta$ Fig. 5 b bestimmt, dann bleibt dieselbe, wegen der Horizontalität der Nullpunkte der Scalen beständig an der Stange $\alpha\beta$ wie in Fig. 5 a hängen. Auf die

Säule $XYZZ'$ ist die Platte RS mit der Schraube d' und mit einem Stellstift wegen der unveränderlichen Lage derselben befestigt, am untern Ende ist dieselbe auf beiden Seiten von κ bis λ aufgeschnitten, damit der Steg $a'b'$ Fig. 3 d, der sich in eine gezahnte Stange $b'c'$ Fig. 5 a. endigt, sich ohne Spielraum darinne auf und nieder bewegen kann. Dieser Steg ist mit 2 Schrauben mit dem Ringe $e'f'g'h'$ verbunden, an welchem 2 Charniere $E'F'$ Fig 5 a und d angebracht sind, in welchen sich die Stangen $F'G'$ und $E'H'$ auf und nieder bewegen können, an welchen die, die Wagschaalen stützenden Teller $I'I'$ befestigt sind. Die Säule $XYZZ'$ ist mit einer Platte $A'B'$ durch Schrauben verbunden. Diese wird mit Fingerschrauben beim Gebrauch des Instruments auf eine andere in den Kasten eingelassene $C'D'$ befestigt. i ist das in die gezahnte Stange eingreifende Getriebe, wie L' der dasselbe in Bewegung setzende Kopf. Die Platte $A'B'$ von unten, nebst dem Loch, wodurch die gezahnte Stange heraustritt, und die Einrichtung des Getriebes zeigt Fig. 5 f. Die parabolisch geformten Pfannen μ, ν , so wie die halbkreisförmigen Frictionschilder, sind an dieser Wage von hartem Stahl. Die die Schalen stützenden Teller sind deswegen an durch Charniere

beweglichen Stangen, damit man dieselben beim Zusammenpacken an die Platte RS anschlagen, und dadurch Raum ersparen kann. Durch das Getriebe i' werden dieselben beim Gebrauch nach den Schaa-
 len zu bewegt, wodurch die Schnüre schlaff werden; in diesem Zustand kann man ohne Besorgniß die Belastung vornehmen, und dann die stützenden Teller etwas niederlassen, und bis beinahe zum Einstehen immer Gewicht zulegen. Da diese Wage zur Berichtigung der Hebelarme keine mechanische Einrichtung hat, so muß beim Lochen der Nägel die größte Sorgfalt angewendet werden, weil die letzte Correction nur durch Schleifen mit dem Me-
 stein und durch das Poliren bewerkstelligt werden kann. Diese Wage steht, so wie die vorige, auf ihrem, beim Transport zur Hülle dienenden, mit 3 Stellschrauben versehenen Kasten, und ist durch eine dritte kurzgeschnürte Wagschaale zur hydro-
 statischen Wage umzuändern. Die dazu gegebenen sorgfältig justirten Gewichte giengen von 8192 Gran an abwärts bis zu $\frac{1}{1000}$ Gran: so daß man bis 16384 Gran wiegen konnte. Auf Verlangen gebe ich aber auch eben diese Schwere betragenden französische Gewichte zu.

Besitzern von Wagen, deren Richtigkeit durch die Zeit oder durch Zufall gestört worden ist, und

dieselben nicht gut entbehren können, oder vom Wohnort eines Mechanikers zu weit entfernt sind, als daß sie demselben das fehlerhafte Werkzeug zur Berichtigung schicken könnten, wird es vielleicht nicht unlieb seyn, 2 Wege kennen zu lernen, mit der fehlerhaften Wage dennoch richtig zu wiegen. Der erste ist der: Man lege die zu wiegende Sache in eine der beiden Schaaalen, und tarire sie, dann nehme man dieselbe heraus, und lege so viel Gewicht ein, bis die Wage wieder einsteht, dieses wird die Schwere der zu wiegenden Sache ausdrücken, denn man hat weiter nichts gethan, als unter gleichen Umständen für eine unbekannte Größe ihren bekannten Werth substituirt. Diese Methode schreibt Biot seinem Landsmann Vorda zu, allein Mönich erwähnt ihrer schon in seinem Lehrbuch der Mathematik Theil 2 S. 85, welches schon 1784 herausgekammen ist. Der andere Weg ist, daß man in jeder der beiden Schaaalen die Sache, deren Gewicht bestimmt werden soll, wiegt und aus dem Product der Gewichte die Quadratwurzel zieht, welches dann das richtige Gewicht seyn wird, denn wenn man die beiden Hebelarme an der Wage AC und BC nennt, und annimmt, daß auf dem Arme AC das Gewicht, die Sache p hingegen auf dem Arme BC dasselbe q, das wahre aber

x sey, so verhält sich wegen der gleichen Momente

$AC : BC = p : x$ aber auch

$AC : BC = x : q$ daher

$$p : x = x : q. \quad pq = x^2 \text{ und } x = \sqrt{pq}.$$

V e r z e i c h n i s s

mechanischer Arbeiten, welche in meiner Werkstatt
gefertiget werden.

I. Physikalische Instrumente.

1) Apparate zum Beweis der Grundlehren der Mechanik und Statik, enthaltend: die Vorrichtung zur Untersuchung der absoluten und respectiven Festigkeit der Körper, einen Pendelapparat zum Beweis, daß sich die Schwingungen der Pendel verhalten, wie die Quadratwurzeln aus den Längen, Stoßmaschine, nebst reflectirtem Stoß, schiefe Fläche, Frictionsvorrichtung, Tribometer, Rollen, Flaschenzug, Hebel und Schraube.

2) Atwoods Apparat, die Gesetze der beschleunigten und retardirten Bewegung zu erklären.

3) Hebel-Apparate.

4) Centralmaschinen.

5) Leupoldische Universalwage, sehr empfindliche größere und kleinere Wagen, hydrostatische

und Probir-Wagen, Wagen mit hohlen Balken, und genaue cöllnische, französische und Apotheker-gewichte.

6) Nicholsonsche Hydrometer.

7) Bier-, Spiritus- und Salz-Wagen, mit Graden und Gewichten.

8) Doppelte achromatische Prismen.

9) Dreyfache dergleichen, wo bei der Verbindung des einen Kronglas mit dem Flintglas-prisma die Brechung aufgehoben wird, und der Gegenstand gefärbt erscheint, mit der Verbindung aller drei aber die Brechung hergestellt, und die Farbe vernichtet wird.

10) Künstliche Augen.

11) Einfache, zusammengesetzte und Sonnen-mikroskope.

12) Dunkle Kammern, Wollastonsche Zeichen-instrumente.

13) Lampenmikroskope, desgleichen Reflexions-mikroskope.

14) Kometensucher.

15) Achromatische Fernröhre, sowohl mit als ohne Stativ.

16) Brillen und Lorgnetten in Horn, Stahl, oder Silber gefaßt.

17) Apparate zur Polarisation des Lichts.

18) Pyrometer.

19) Alle Sorten Thermometer, die Scale nach Vorschrift.

20) Hygrometer nach De Luc, Saussure, Chiminello, Daniel u. A.

21) Luftpumpen von verschiedner Größe und Einrichtung und Apparat.

22) Zimmer- und Reisebarometer.

23) Gazometer.

24) Alle bekannte Eudiometer.

25) Elektrifirmaschinen von allen Einrichtungen und Größen, nebst Apparaten.

26) Galvanische Apparate nach mehreren Einrichtungen.

27) Deklinatorien und Inklinatorien.

28) Chemisch-mineralogische Apparate, enthaltend Mark- und Probirwage, Lampe, Löthrohr, Magnetfahl, Hammer, Ambos und Mörser, nebst verschiedenen Gläsern zu chemischen Reagentien.

29) Apparate zur Destillation an der Lampe, mit und ohne Argandslampe.

30) Chemische Messröhren, graduirte Glocken, Fläschchen, die genau bestimmten Cubikinhalte haben, und 1000 Gran Fläschchen.

31) Röhren zur Detonation.

32) Knallluftgebläse.

33) Löthrohre.

34) Goniometer zu mineralogischem Gebrauch.

35) Torsionswagen.

36) Richtige Maßstäbe.

37) Botanische Vestecke.

II. Mathematische Instrumente.

1) Reißzeuge zu verschiedenen Preisen und von verschiedener Güte.

2) Ellipsen, Proportional- und Schenkliche Cirkel.

3) Maßstäbe, geradlinigte, halb und ganz cirkelförmige Transporteure.

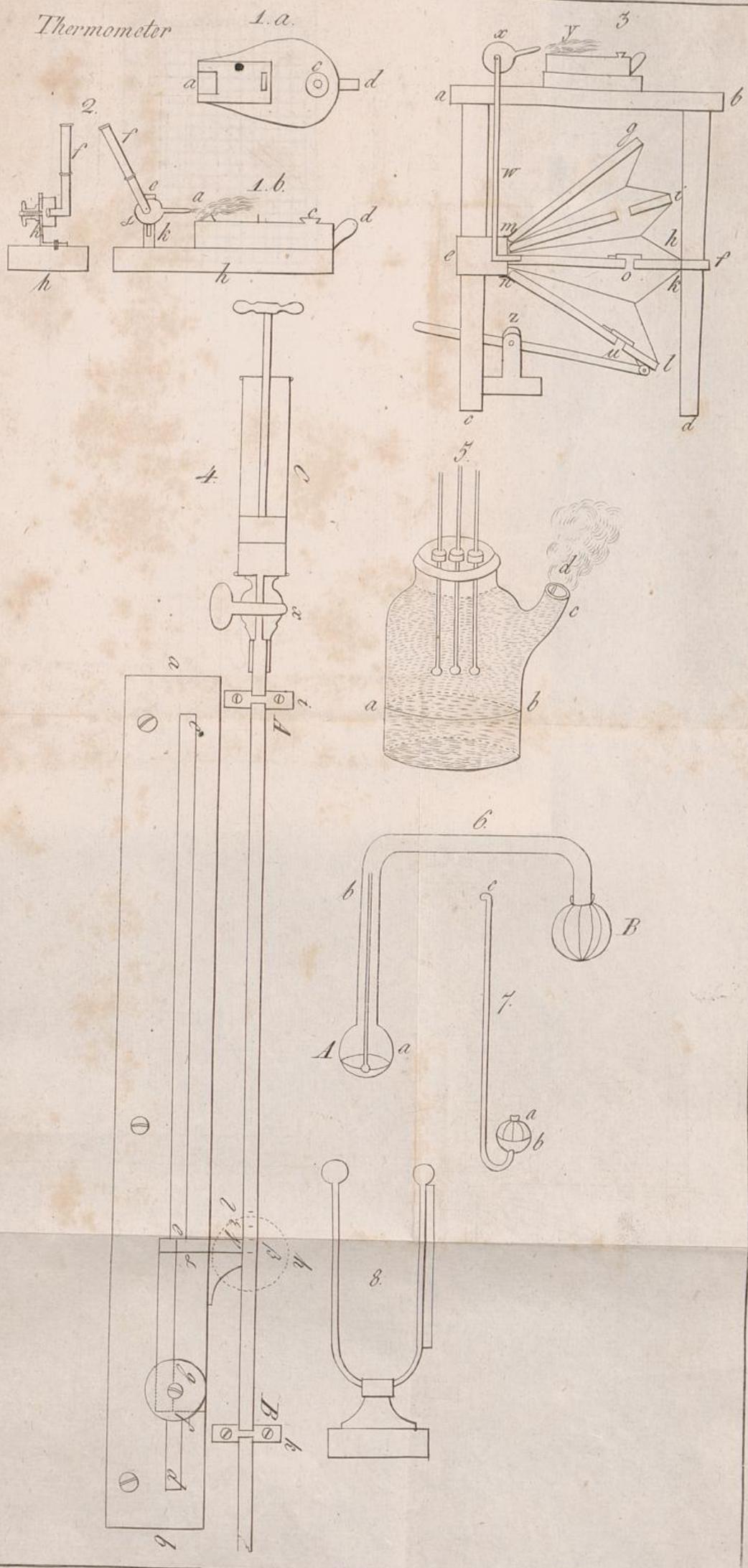
4) Metres, Toisen und Pieds du Roi, nach den Originalien der seeberger Sternwarte copirt.

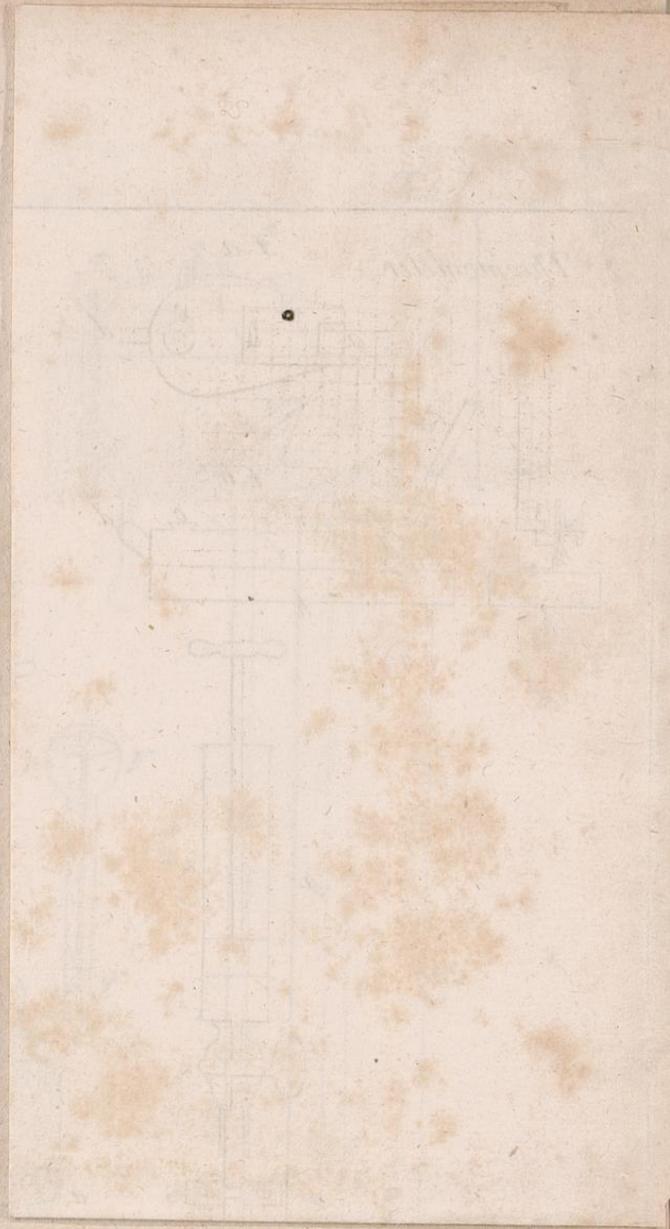
5) Pantographen.

6) Zollmansche Scheiben mit Dioptern oder Fernrohr.

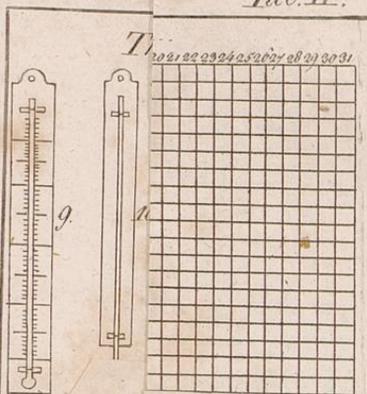
- 7) Flache Meßtische, mit Stativ, mit telescopischen oder ordinären Dioptern.
- 8) Vermessungskreuze und Spiegel.
- 9) Fallonsche Spiegellineals.
- 10) Boussolen (Compassse) mit Dioptern oder Fernrohr.
- 11) Taschen-Compassse, welche man auf ein Stockstativ setzen, und damit kleine Messungen machen kann.
- 12) Markscheider-Compassse.
- 13) Eisenscheiben.
- 14) Nivellir-Instrumente von verschiedener Einrichtung, und Niveaux auf den Diopterlinealen.
- 15) Theodolits.
- 16) Passage-Instrumente von 2 — 8 Fuß Länge, und 2 — 6 Zoll Oeffnung, Beleuchtung durch die Achse, mit Winde und Vorrichtung, das Instrument genau in den Meridian zu bringen.
- 17) Paralatische Maschinen mit Fernröhren von 2 — 6 Fuß, und 2 — 6 Zoll Oeffnung, nebst Mikrometern und Zubehör.
- 18) Aequatorial-Instrumente.

Thermometer



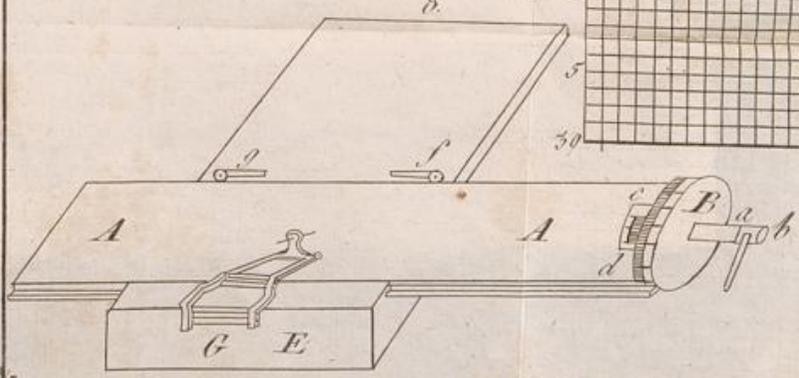
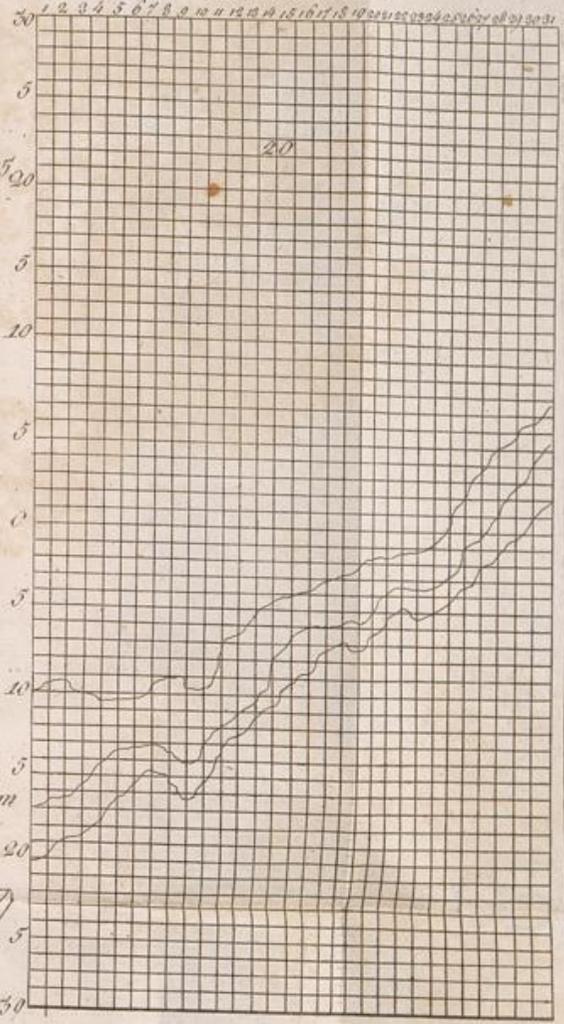
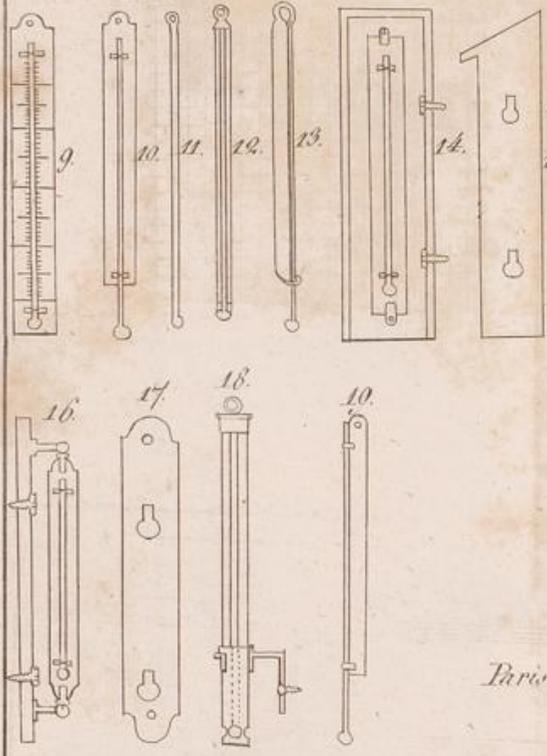


Tab. II.



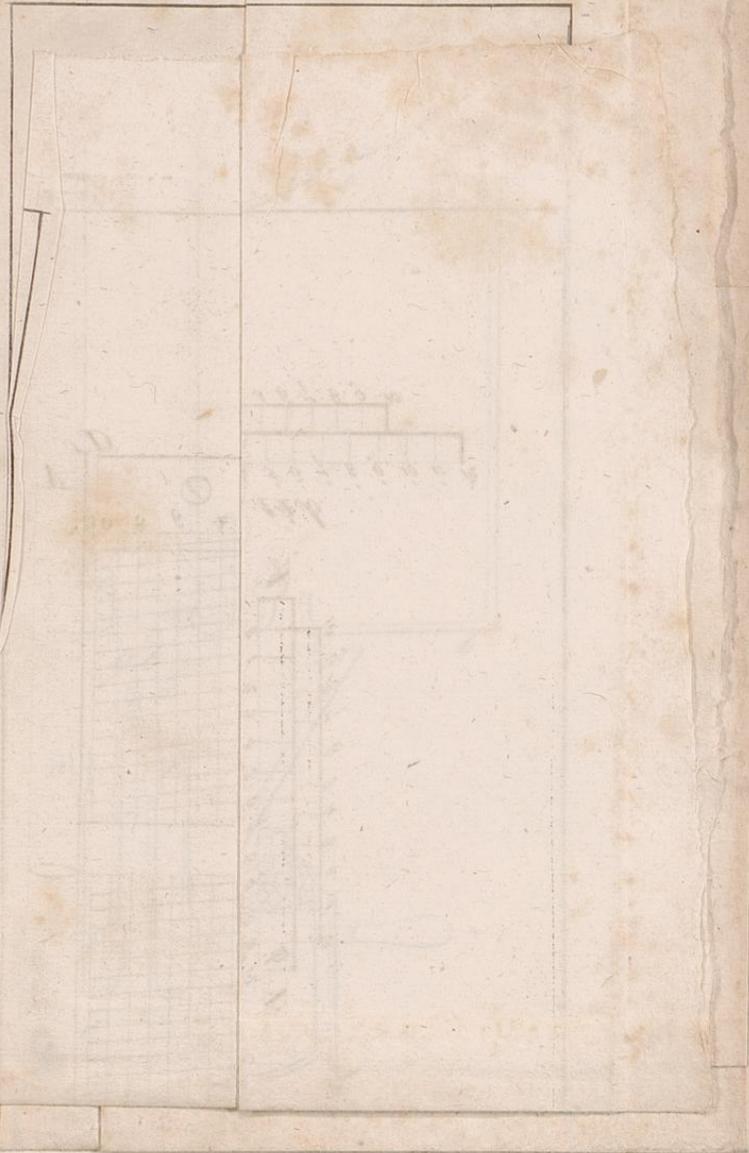
Thermometer.

Januar 18.

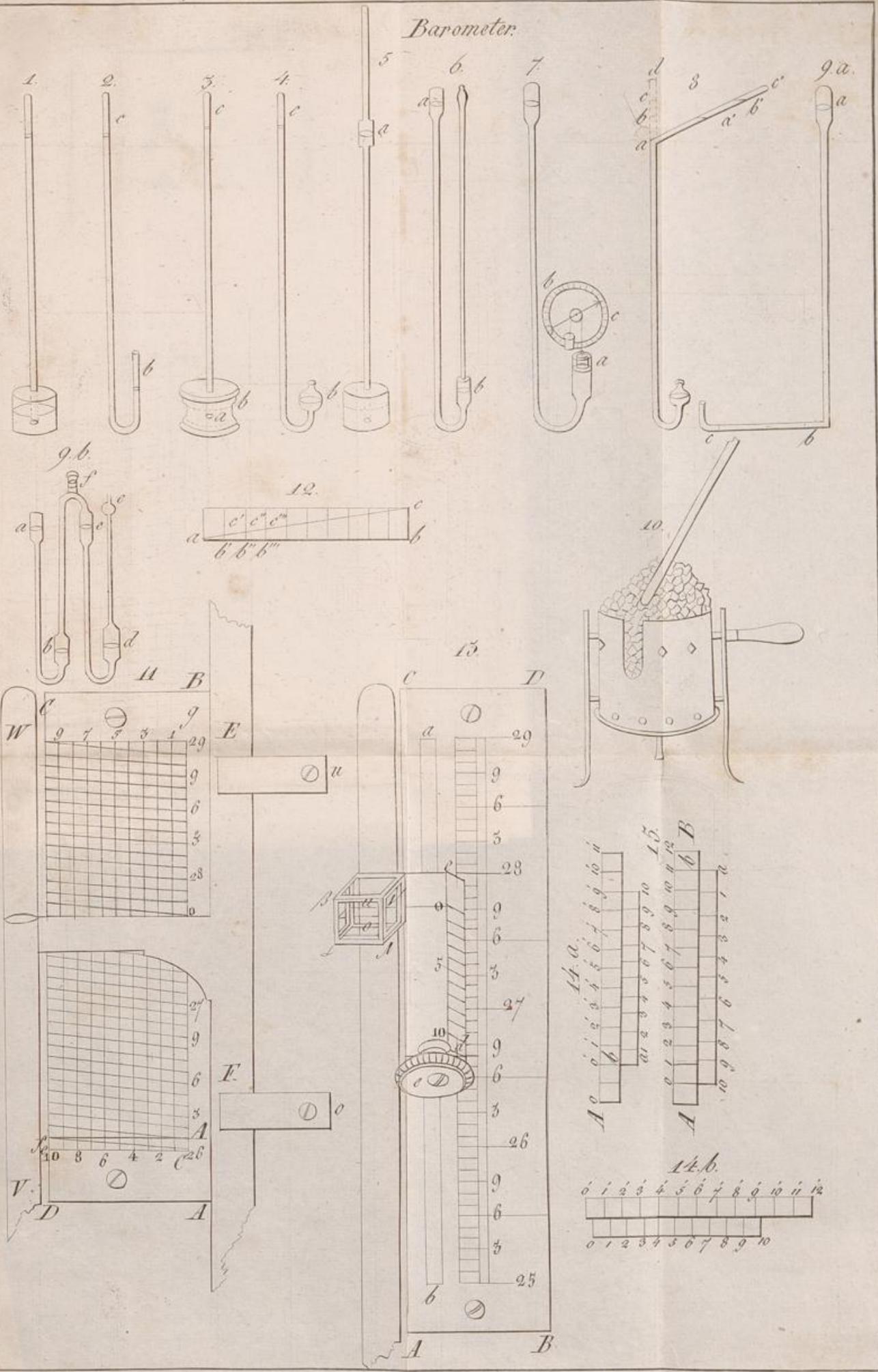


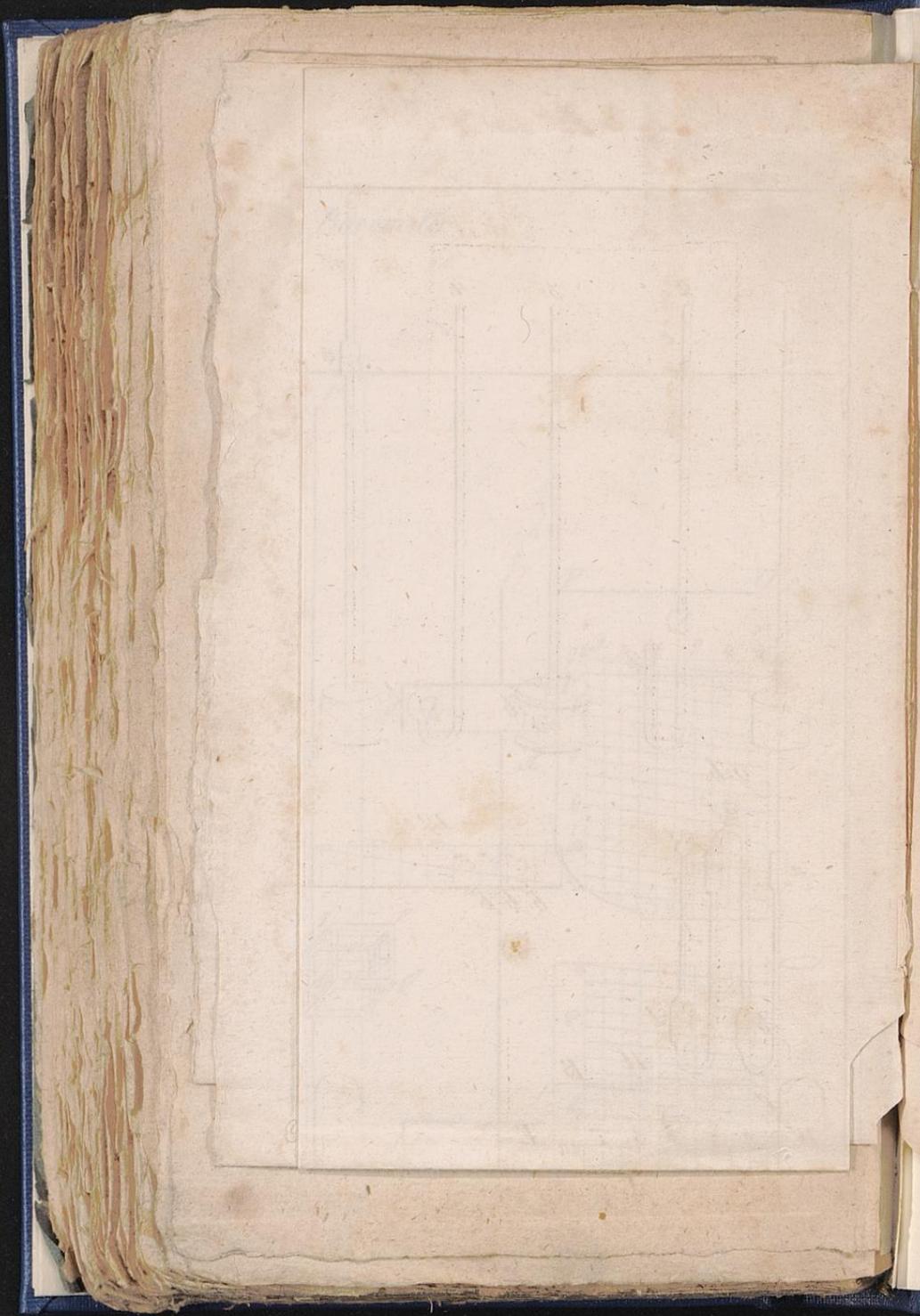


Tab. III.



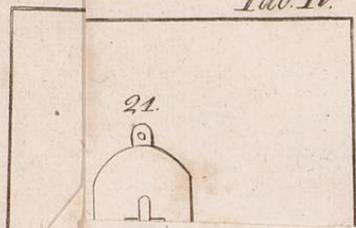
Barometer.



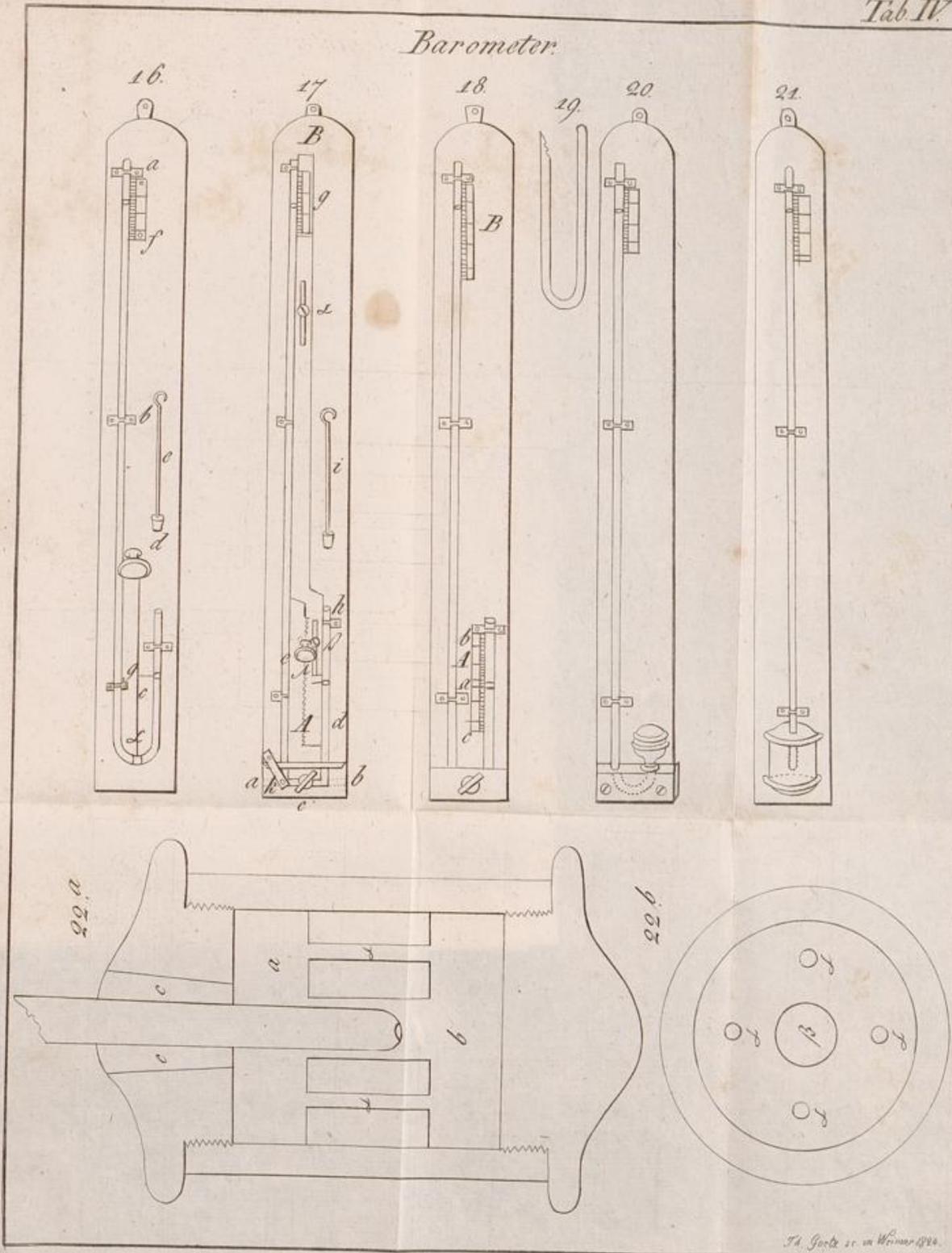


Tab. IV.

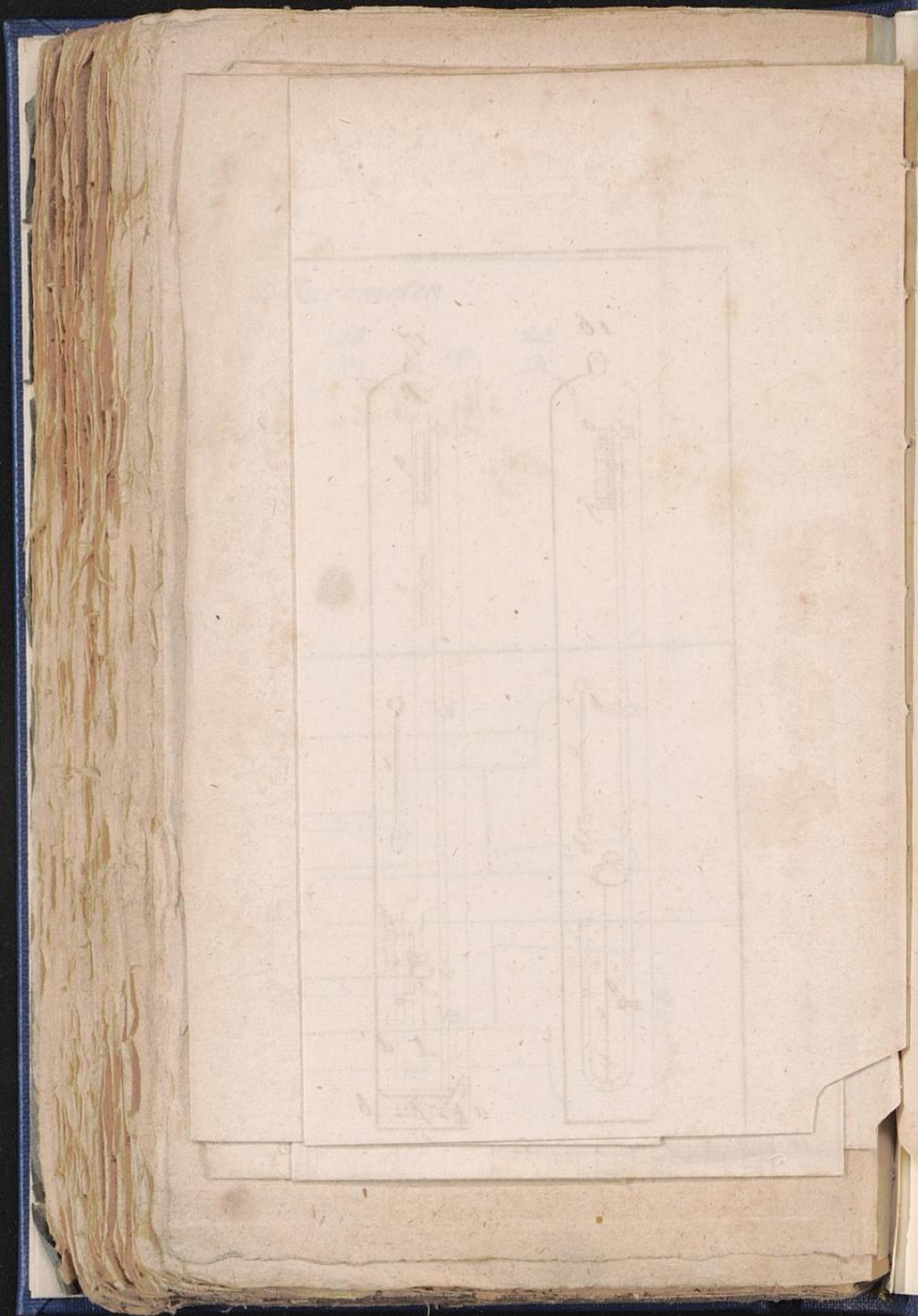
21.



Barometer.



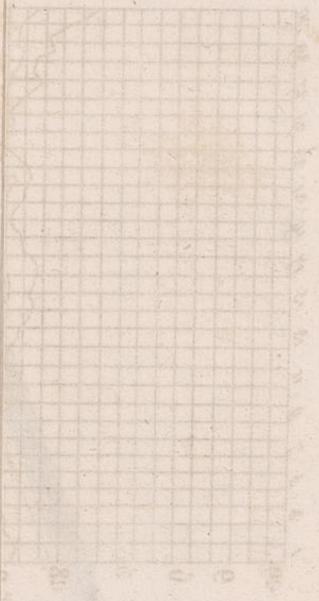
F. G. G. 17. in Wien 1780.



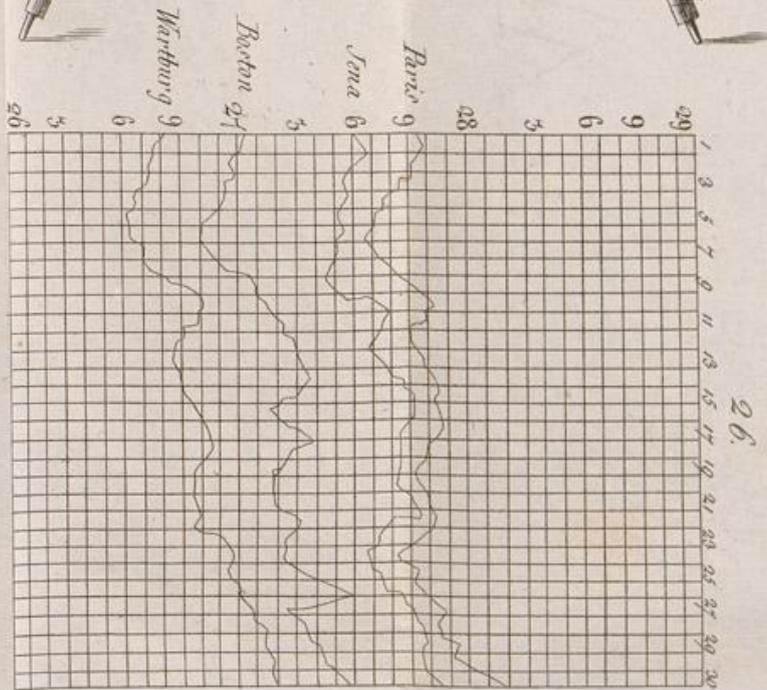
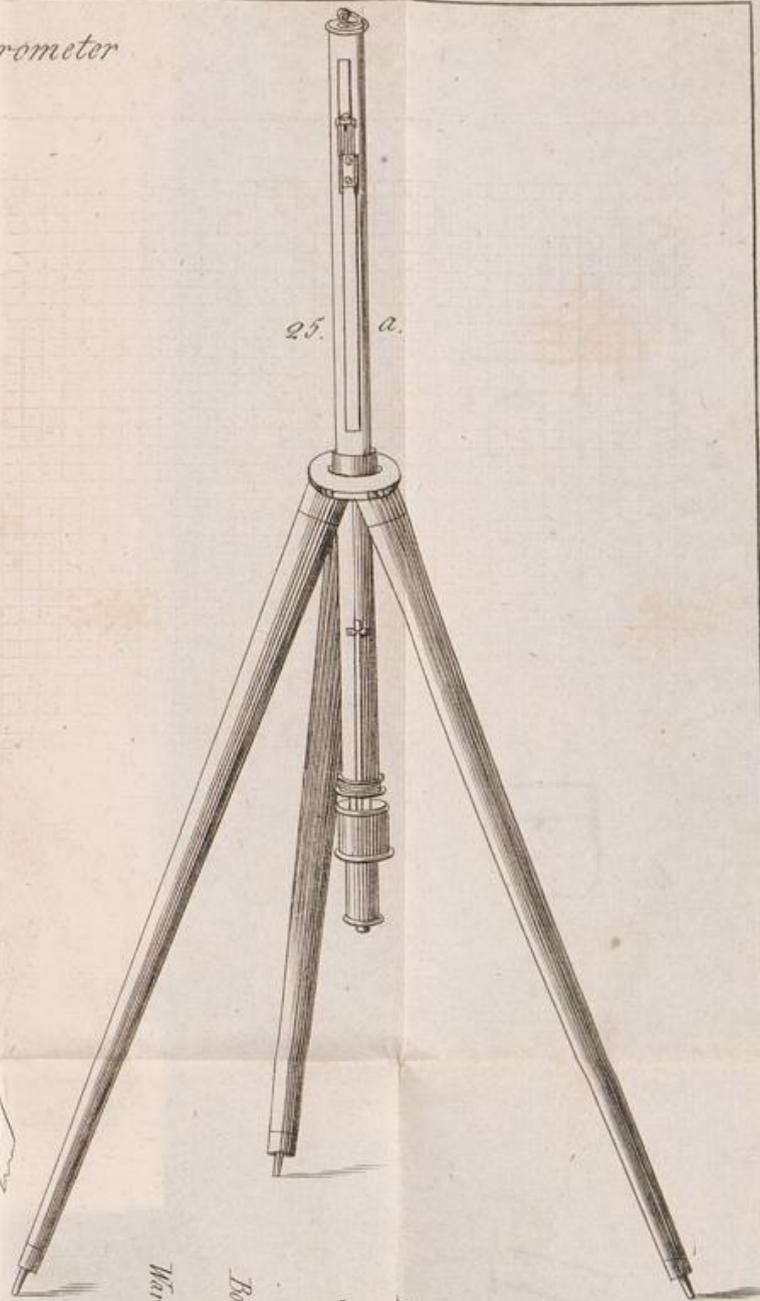
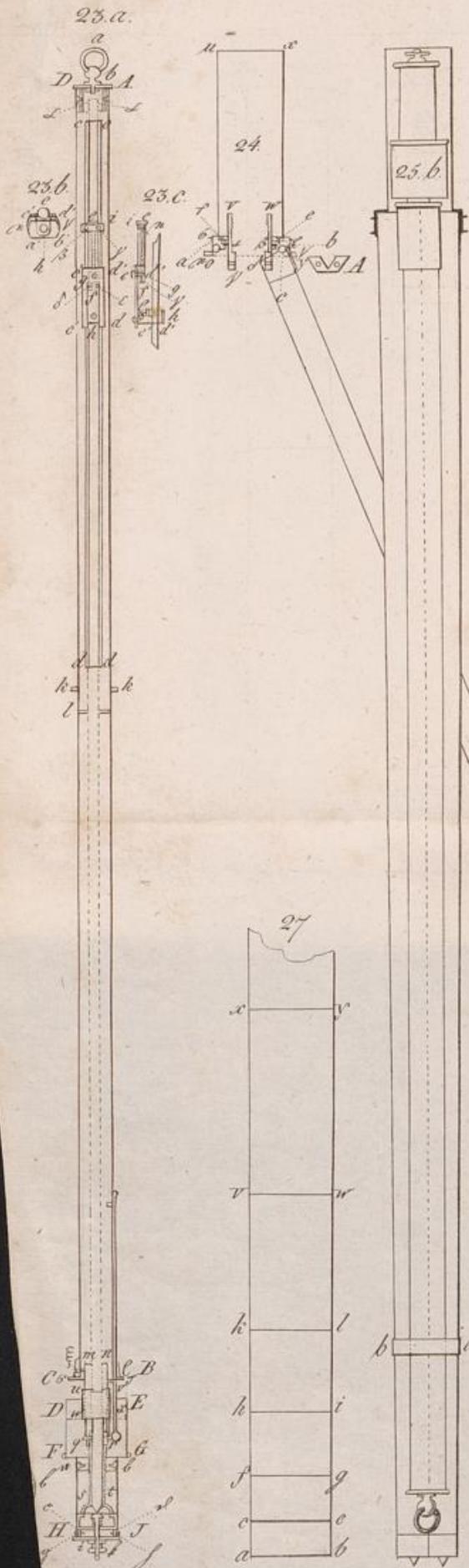
T. 1 V

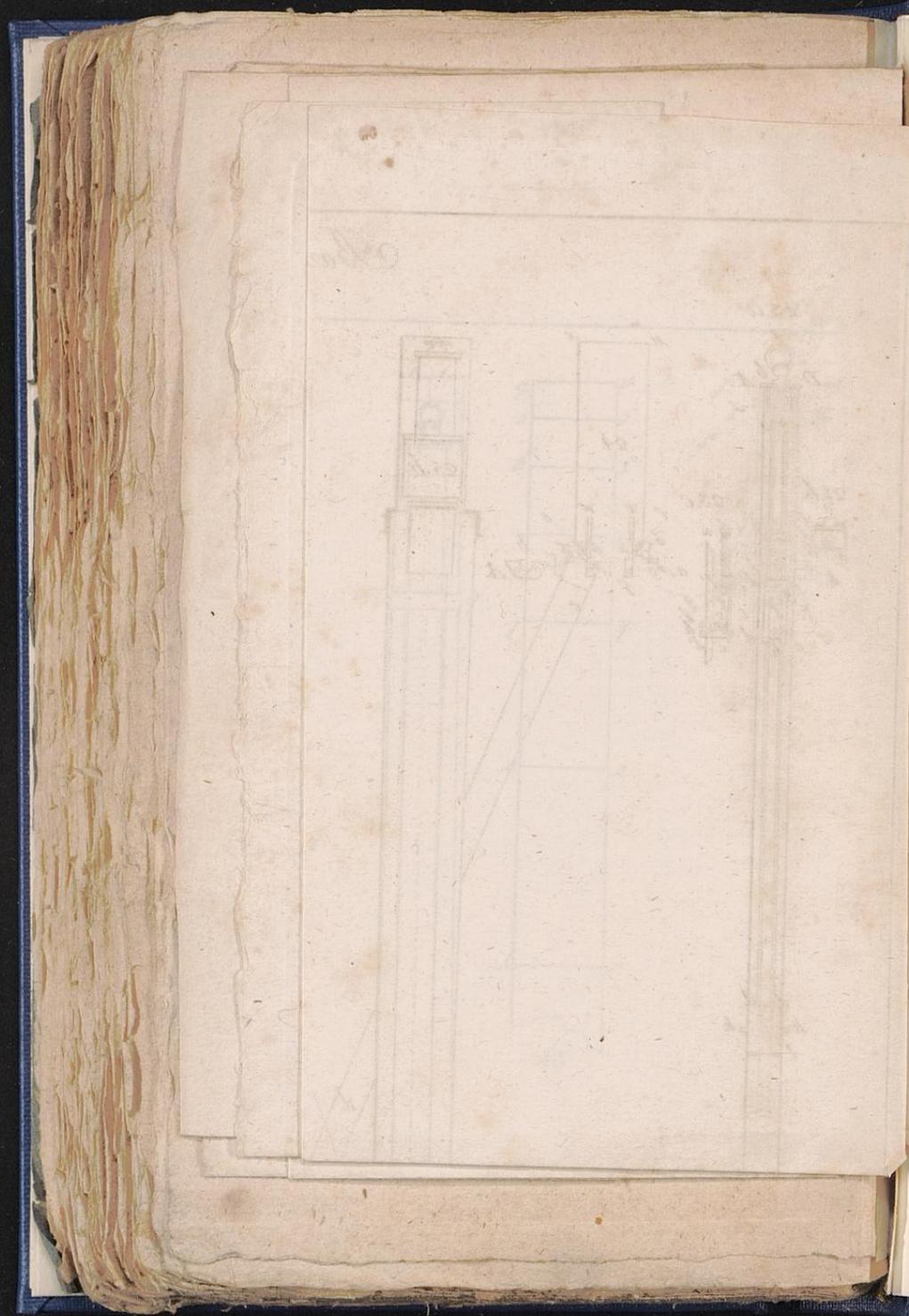
1200

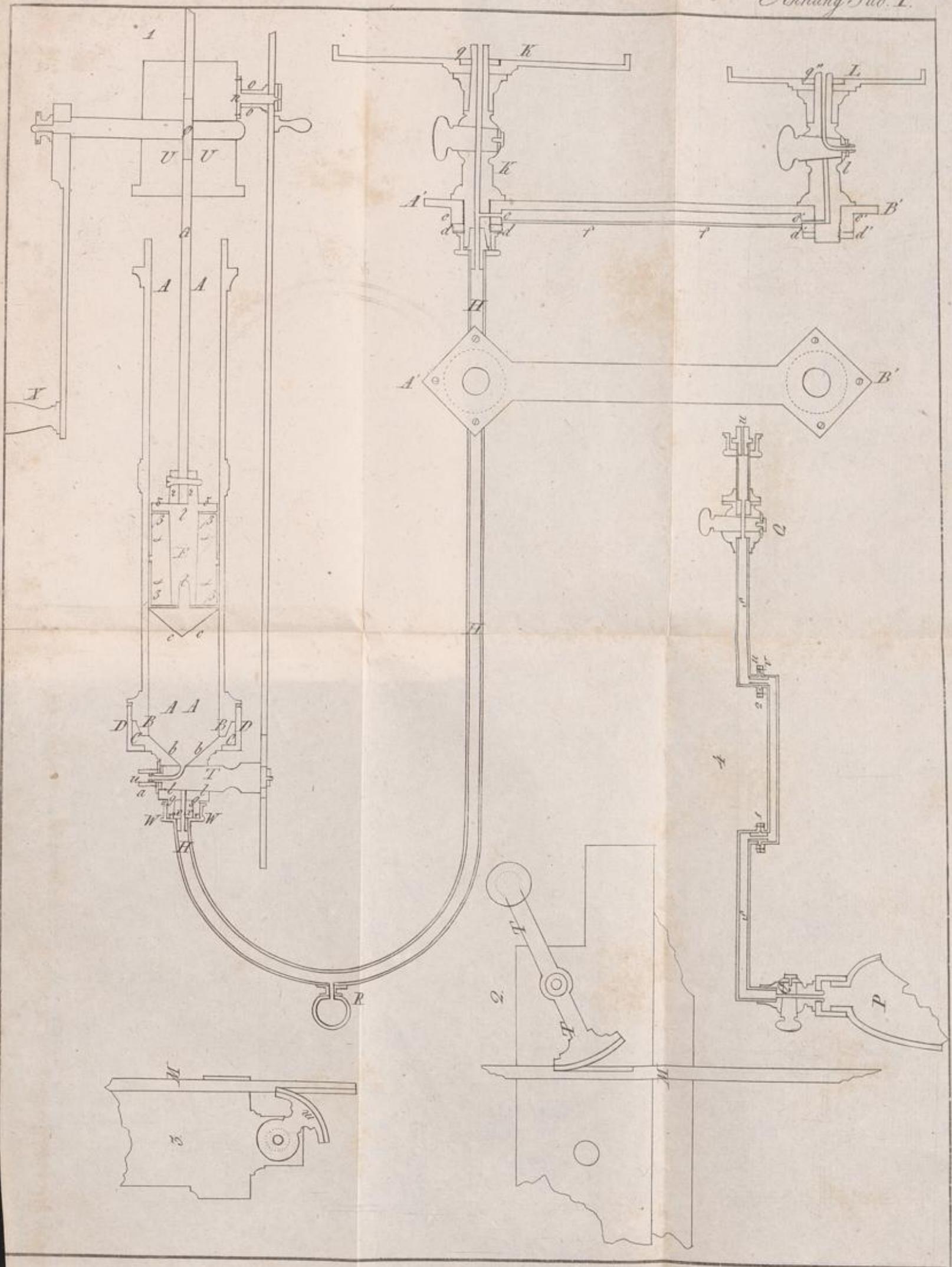
(a)

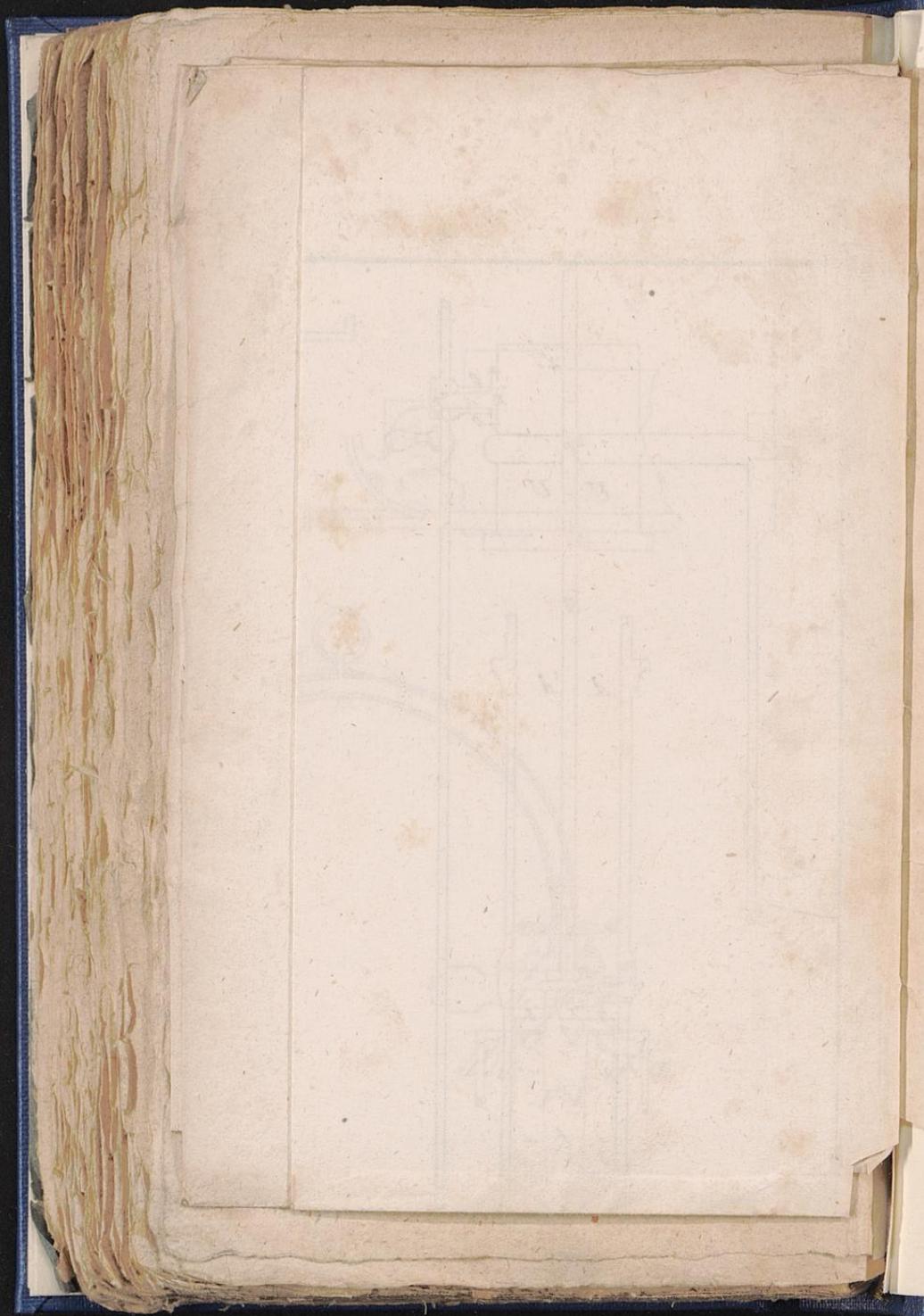


Barometer



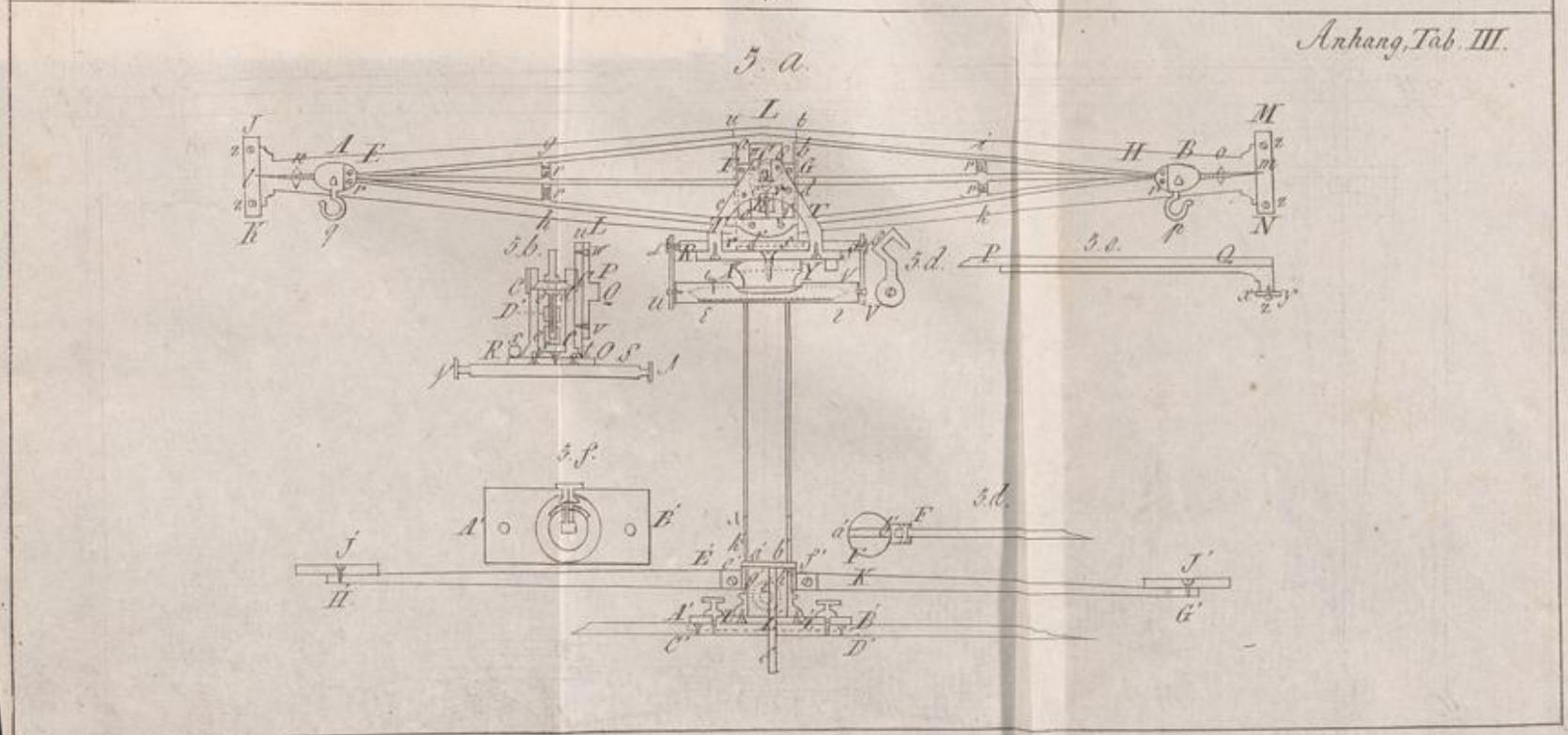
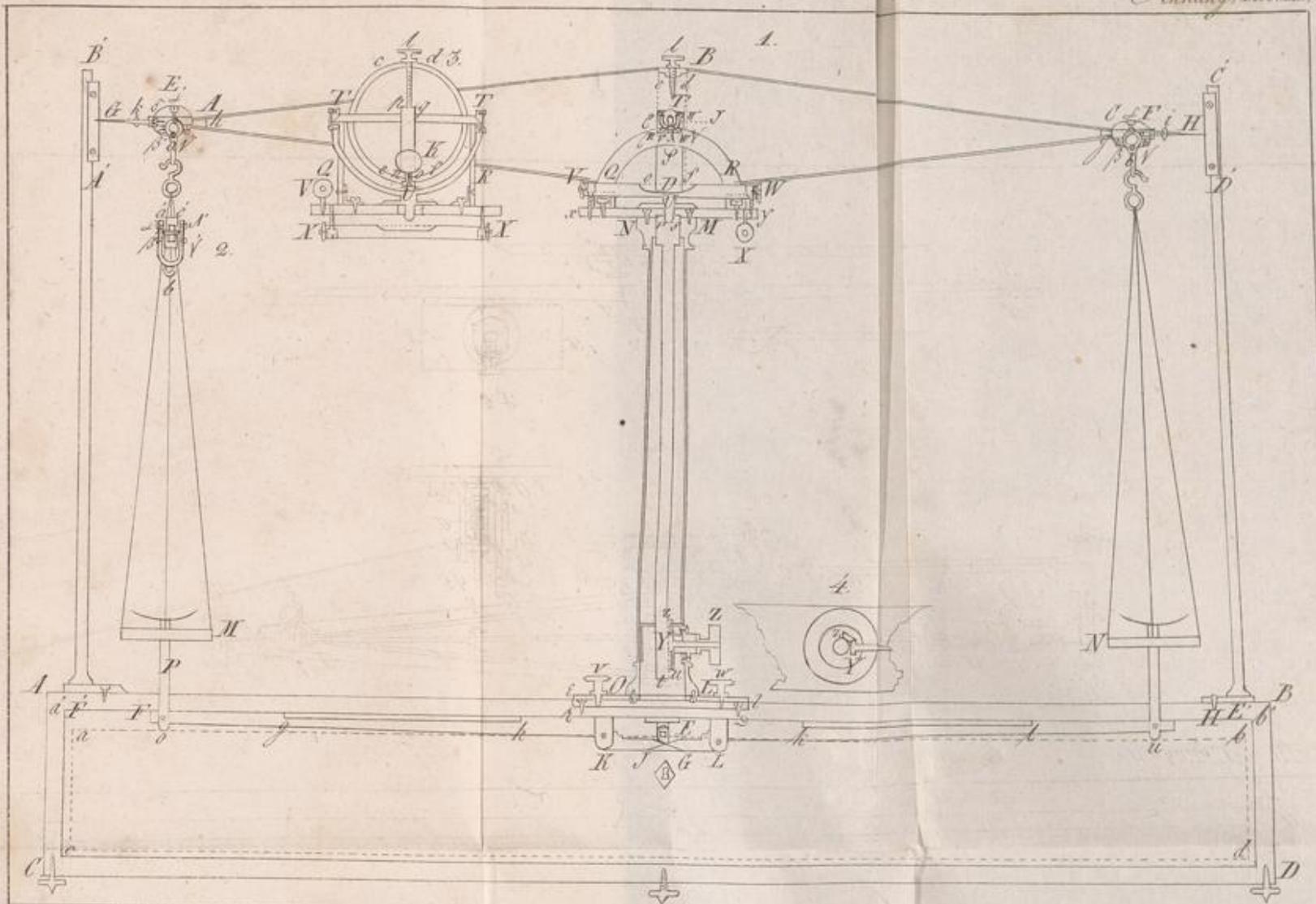


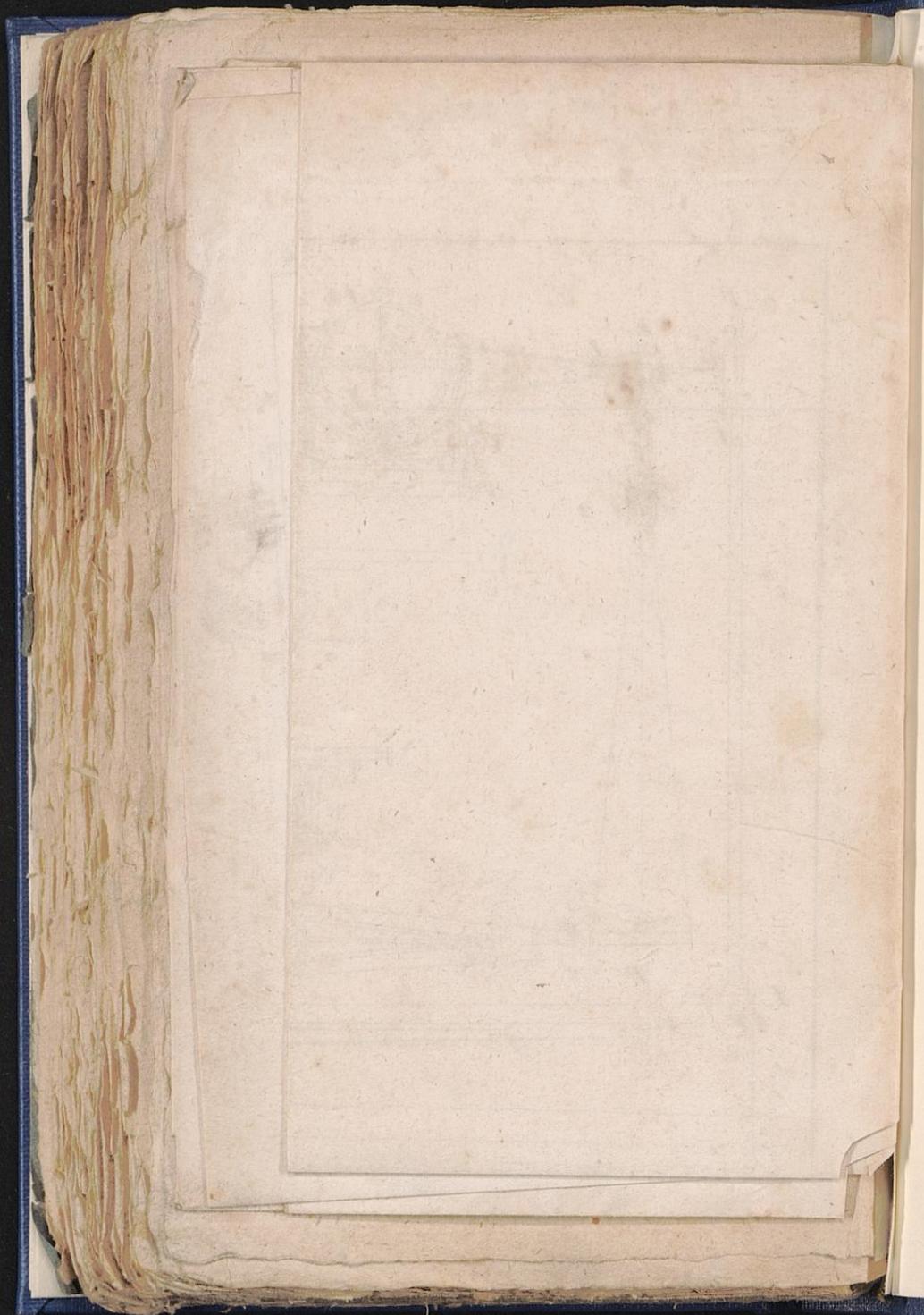


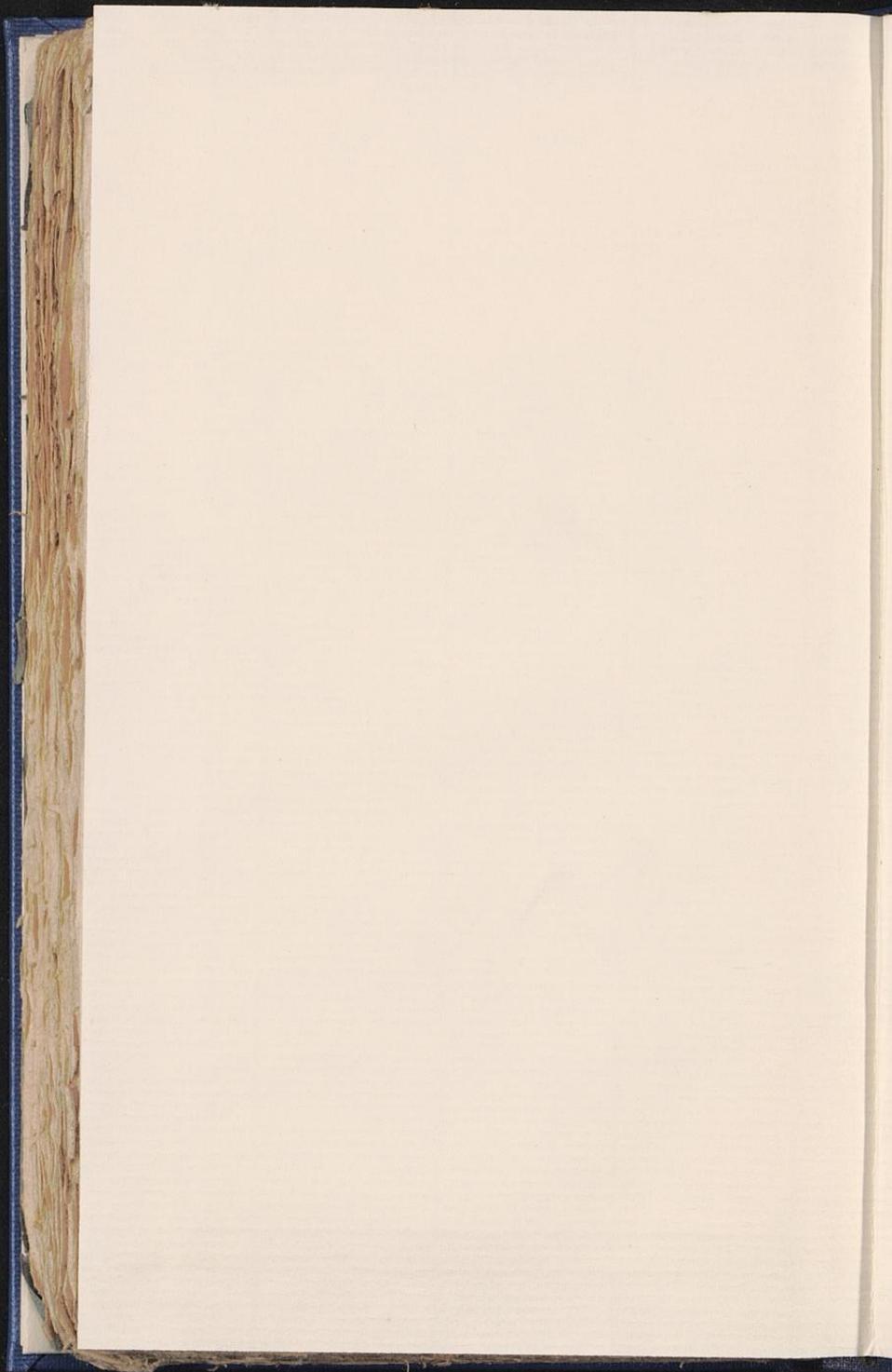


Anhang, Tab. II.







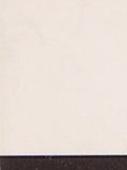
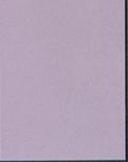
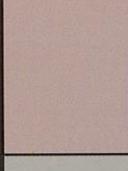
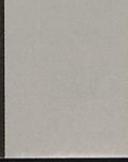


Inches 1 2 3 4 5 6 7 8

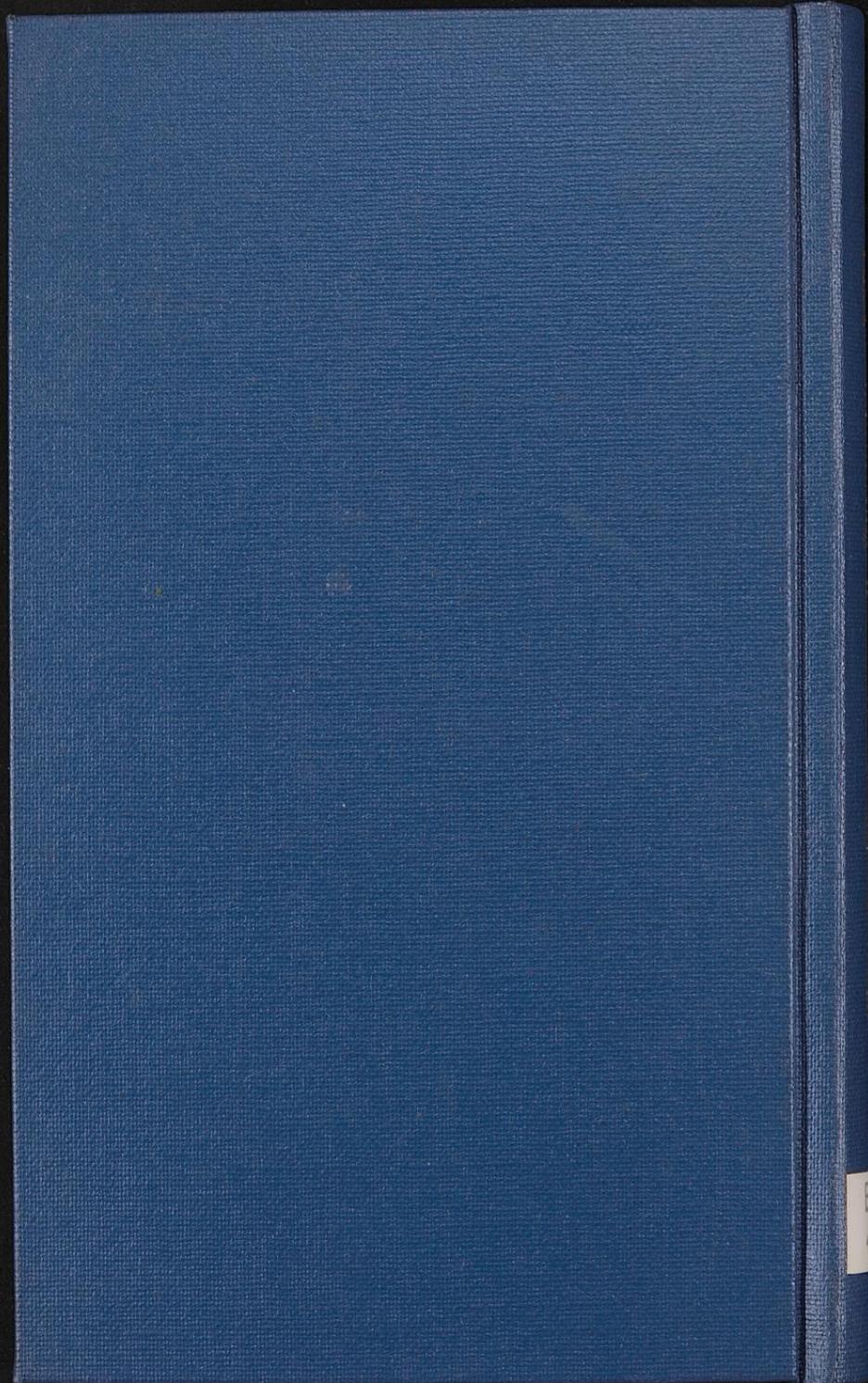
Centimetres 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

TIFFEN Color Control Patches

© The Tiffen Company, 2007

Blue	Cyan	Green	Yellow	Red	Magenta	White	3/Color	Black
								
								





Small white label on the spine, containing illegible text.