

ich meinen gehegten Wunsch gegen ihn aus und erhielt zu meinem Vergnügen seine Einwilligung, die Einrichtung des Instrumentes und das von ihm modificirte Verfahren damit, Herrn Prof. *Baumgartner* mitzutheilen, und falls sich die Sache bewähren sollte, so bemerkte er mir, wäre es ihm angenehm, wenn es öffentlich bekannt gemacht würde. Noch vor meiner Abreise nach Wien erhielt ich durch die Güte des zu jener Zeit an der Prager Universität lehrenden Professors der Physik, Herrn Dr. *Cassian Hallaschka*, nunmehrigen k. k. Regierungsrathes und Directors der philosophischen Studien, welcher sich gleichfalls für das neue Instrument interessirte, ein nach *Fig. 2.* construirtes Exemplar, welches ich des sicherern Transportes wegen im ungefüllten Zustande nach Wien brachte. Hier überging es in die Hände des Herrn Prof. *Baumgartner*, welcher es, wie ich gegründet vermuthet habe, mit dem ihm eigenthümlichen wissenschaftlichen Eifer aufnahm, es mit Umsicht und Fertigkeit, bezüglich seiner Brauchbarkeit und Leistungen sorgfältig prüfte, und da es sich bewährt hatte, so verwendete er alle Mühe, es zu einem vollkommenen Messapparate zu erheben, und verschaffte demselben durch sein darüber gefälltes günstiges Urtheil eine günstige Aufnahme in der gelehrten Welt.

---

## Z w e i t e r   A b s c h n i t t .

Ich gehe demnächst zur Darstellung jener Einrichtung über, welche der Messapparat unter der Leitung und Angabe des Herrn Prof. *Baumgartner* erhielt und werde dabei vorerst mit dem eigentlichen Messwerkzeuge, d. i. mit dem Thermometer beginnen; dann den übrigen, hiezu nöthigen Apparat beschreiben, mit Hinzufügung einiger Abänderungen, welche ich durch die Erfahrung belehrt erst später daran vorgenommen habe.

Das Thermometer behielt seine in *Fig. 2.* abgebildete Gestalt bei; die Röhre *BC* war von sehr feinem

und durchaus gleichem Caliber, das Ganze wurde mit reinem, trockenem Quecksilber gefüllt, möglichst luftleer gemacht und am obern Ende zugeschmolzen. Um nun an dem Instrumente die Länge der einzelnen Grade und den dem normalen Luftdrucke von 28 p. Z. entsprechenden Siedpunkt, d. i. den Ort für den 100<sup>sten</sup> Grad Celsius zu bestimmen und ein für allemal zu fixiren, wurde an der Thermometerröhre in der Nähe von *B* eine feine unverlöschbare Linie mittelst eines Schreibdiamanten einradirt, und an der Seite der Röhre ein in Millimeter getheiltes, mit einem Nonius und Visir versehener Massstab durch zwei kleine Schraubenzwingen unveränderlich befestigt, so dass der Anfangspunct des Massstabes mit der dem Rohre einradirten fixen Linie zusammenfiel und man mittelst desselben  $\frac{1}{10}$  oder  $\frac{1}{20}$  eines Millimeters bequem abmessen konnte.

Dadurch erhielt das Instrument die in *Fig. 3.* abgebildete Gestalt. Bei der Bestimmung der fraglichen Grössen an dem so vorgerichteten Instrumente kann man auf verschiedene Weise verfahren und zwar was die Bestimmung der Grادلänge betrifft, so lässt sie sich entweder auf theoretischem Wege oder Versuchsweise finden.

Will man den erstern Weg betreten, so muss man schon vorläufig den Halbmesser der calibrirten Röhre welche zu dem Instrumente verwendet werden soll, kennen. Zu dieser Kenntniss gelangt man wohl am genauesten, wenn man die zu dem Instrumente zu verwendende Röhre, bevor noch das birnförmige Gefäss und die beiden kleinen Erweiterungen angeblasen wurden, im leeren Zustande sehr genau abwägt, sodann eine hinreichend lange Quecksilbersäule hineinbringt, ihre Länge genau misst und das Gewicht der so mit Quecksilber gefüllten Röhre wieder bestimmt. Der Unterschied der Gewichte in beiden Fällen gibt offenbar das Gewicht der darin enthaltenen Quecksilbersäule. Aus dem gefundenen absoluten Gewichte, der gemessenen Länge der Quecksilbersäule und dem bekannten specifischen Gewichte des Quecksilbers, kann man nun

mit Berücksichtigung der bei den Wägungen herrschenden Temperatur und der Reduction der Wägungsergebnisse auf den luftleeren Raum den verlangten Halbmesser der Röhre nach der bekannten Formel:  $r = \sqrt{\frac{p}{\pi l s}}$  \*) mit der grössten Schärfe berechnen. Ist der Halbmesser gefunden, so bläst man an die Röhre das birnförmige Gefäss und die beiden kleinen Erweiterungen an und bestimmt neuerdings das Gewicht des Instrumentes im leeren Zustande. Hierauf füllt man es mit der zum Gebrauche des Thermometers nöthigen Menge reinen Quecksilbers, kocht es aus, macht es luftleer und schmilzt es zu, wobei man jedoch Sorge dafür tragen muss, dass bei dieser Operation an dem Gewichte des leeren Instrumentes nichts geändert werde. Nun wird das gefüllte Thermometer abermal gewogen, wo dann der Unterschied im Gewichte des gefüllten und ungefüllten Thermometers das Gewicht der darin enthaltenen Quecksilbermenge angibt. Dieses durch das specifische Gewicht des Quecksilbers getheilt, gibt das Volumen der im Thermometer enthaltenen Quecksilbermasse. Reducirt man das gefundene Volumen auf jenes bei 0° C., so kann man daraus mittelst des bekannten Ausdehnungscoefficienten für das Quecksilber, die Volumenzunahme desselben bei der Temperatur von 100° C. berechnen. Da dieses zuwachsende Volumen die Gestalt einer cylindrischen Säule von dem bekannten Halbmesser der Röhre annimmt, so ist es leicht, aus dem Volumen der Säule und dem Halbmesser derselben ihre Länge zu finden. Diese Länge entspricht offenbar 100 Graden C., folglich gibt der hundertste Theil davon die Länge eines Celsius'schen Grades.

Auf diese wenn auch mühsame, aber theoretisch richtige Art, wurde auch wirklich die Gradlänge an mehreren Instrumenten bestimmt, und die Genauigkeit der gefundenen Resultate durch ein zweites Verfahren ver-

\*) In diesem Ausdrucke bedeutet: r den Halbmesser der Röhre, p das Gewicht, l die Länge der Quecksilbersäule, s das specifische Gewicht des Quecksilbers und  $\pi$  das Kreisverhältniss.

suchsweise constatirt, welches auf folgende Weise geschieht. Man setzt das verfertigte Thermometer der Siedhitze des reinen Wassers aus, indem man darauf Bedacht nimmt, dass nur die aus dem siedenden Wasser entstandenen Dünste auf die thermometrische Substanz einwirken und wartet ab bis das Thermometer stationär geworden ist, worauf man mittelst des daran auf die früher angezeigte Weise befestigten Massstabes den Stand der Quecksilbersäule anmerkt. Zu gleicher Zeit beobachtet man an demselben Orte ein genaues Barometer und berechnet aus dem auf  $0^{\circ}$  C. reducirten Barometerstande die dem herrschenden Luftdrucke entsprechende Temperatur des siedenden Wassers in Celsius'schen Graden. Diess geschieht mittelst einer von August entwickelten Formel, welche den Zusammenhang der Expansivkraft der Wasserdünste mit der Temperatur, bei welcher sie entstanden sind, in einem mathematischen Ausdrucke darstellt, welchen ich später anführen werde.

Hat man auf diese Art die Temperatur des siedenden Wassers gefunden, und dadurch die Bedeutung für den am Thermometer angemerkten Stand der Quecksilbersäule in C. Graden erfahren, so wartet man die Zeit ab, bis eine nahmhafte Aenderung im Barometerstande an demselben Orte eingetreten ist, und wiederholt dann dasselbe Verfahren, wodurch man am Thermometer einen zweiten Punkt kennen lernt, welchem die aus dem veränderten Barometerstande berechnete Temperatur entspricht.

Durch diese zwei Versuche gelangt man zur Kenntniss des Unterschiedes, welcher in beiden Fällen zwischen der Temperatur des siedenden Wassers in Graden ausgedrückt, obgewaltet hat und findet zugleich die diesem Temperaturunterschiede entsprechende Länge am Massstabe. Gesetzt man habe bei dem ersten Versuche den Stand der stationären Quecksilbersäule am Thermometer mit  $50^{\text{mm}}$ , 8 über dem Anfangspunkte des Massstabes markirt und aus dem gleichzeitig beobachteten Barometerstande die entsprechende Temperatur des siedenden Wassers =  $99^{\circ},35$  C. berechnet. Wird nun

nach einiger Zeit bei bedeutend niedrigerem Barometerstande der Versuch wiederholt und dabei der Stand der Quecksilbersäule im Thermometer mit  $44^{\text{mm}},3$  am Massstabe bemerkt, während die aus dem gleichzeitig beobachteten Barometerstande berechnete Temperatur =  $98^{\circ},74$  gefunden wurde; so gibt:  $99^{\circ},35 - 98^{\circ},74$  den Temperaturunterschied =  $0^{\circ},61$  und:  $50^{\text{mm}},8 - 44^{\text{mm}},3$ , die demselben entsprechende Länge =  $6^{\text{mm}},5$ . Da man nun auf diese Weise erfährt, dass  $0^{\circ},61$  C. eine Länge von  $6^{\text{mm}},5$  haben, so kann man hieraus leicht auf die Länge eines Grades mittelst der Proportion:  $0^{\circ},61 : 1^{\circ} = 6^{\text{mm}},5 : x$  schliessen, aus welcher man in diesem Beispiele  $x = 10^{\text{mm}},82$  als Länge eines Grades nach *Celsius* findet.

Es ist aber begreiflich, dass man es nicht bei einem einzigen Versuche bewenden lassen dürfe, sondern dass man mehrere bei verschiedenen Barometerständen angestellte Beobachtungen zu Hülfe nehmen müsse, wenn sich die darnach zu bestimmenden Grادلängen einiger Genauigkeit erfreuen sollen. Unter diesen Umständen wäre es aber zu langwierig, abwarten zu wollen bis alle zu diesem Behufe brauchbaren Aenderungen im Barometerstande an demselben Orte eingetreten sind, wozu öfter eine Zeit von mehreren Wochen erfordert würde. In dieser Beziehung kann man sich das Verfahren dadurch bedeutend abkürzen, dass man die besprochenen Versuche an mehreren, nicht weit von einander entfernten Orten von verschiedener Höhe anstellt und aus den daselbst gefundenen Daten die Rechnung für die Grادلänge führt. Das arithmetische Mittel aus den an den einzelnen Orten gefundenen Resultaten gibt die gesuchte Grادلänge mit einer Genauigkeit, die desto grösser ist, je mehr Resultate dazu verwendet wurden.

Hat man auf die eine oder die andere Art oder durch beide zugleich die Länge der einzelnen Grade des Thermometers bestimmt, so schreitet man zur Auffindung jenes Punktes am Thermometer, welcher dem normalen Siedepunkte, d. i. dem 100<sup>ten</sup> Grade nach *Celsius* entspricht. Seine Entfernung von dem fixen Anfangspunkte des Massstabes kann man auf folgende Weise bestim-

men. Man lässt die aus dem siedenden reinen Wasser entstandenen Dünste auf die thermometrische Substanz des Instrumentes einwirken und wartet ab, bis das Thermometer die Temperatur derselben angenommen hat und die Quecksilbersäule im Thermometer stationär geworden ist. Stellt man nun den Nonius mittelst des Visirs auf den obersten Punkt der Quecksilbersäule, so erfährt man durch die entsprechenden Zahlen am Massstabe, seine Entfernung von dem fixen Anfangspunkte. Gibt ein an demselben Orte gleichzeitig beobachtetes genaues Barometer den normalen Luftdruck an, so ist auch der durch das äusserste Ende des Quecksilberfadens am Thermometer bezeichnete Punkt der normale Siedpunkt und somit seine Entfernung vom fixen Anfangspunkte durch die angestellte Beobachtung unmittelbar gegeben. Zeigt aber das an demselben Orte gleichzeitig beobachtete Barometer einen andern Luftdruck als den von 28 par. Z., so ist die am Thermometer gemessene Grösse des Abstandes diessfalls zu corrigiren. Dieser Correction kann man nun die von *Egens* angestellten Beobachtungen zum Grunde legen, vermöge welchen sich der Siedpunkt für eine Aenderung im Barometerstande von einer Wiener Linie um  $0^{\circ},0887$  ändert, vorausgesetzt, dass der Beobachtungsort nicht zu hoch liegt. Nimmt man also von der früher bestimmten Länge eines Grades den  $0,0887$ . Theil, so erhält man die Grösse, um welche das gefundene Mass des Ortes für den normalen Siedpunkt für jede Wiener Linie vermehrt oder vermindert werden muss, je nachdem der beobachtete Barometerstand unter oder über 28 p. Zoll gefunden wurde. Man kann aber auch dadurch zum Ziele gelangen, dass man aus dem beobachteten, auf  $0^{\circ}$  C. reducirten Barometerstande die demselben entsprechende Temperatur des siedenden Wassers in *Celsius's*chen Graden berechnet, und auf diese Weise die Bedeutung des am Thermometer markirten Standes der stationär gewordenen Quecksilbersäule kennen lernt. Das dafür gefundene Mass vom Anfangspunkte des Massstabes gerechnet, um so viel vermehrt oder vermindert, als die Länge

der auf  $100^{\circ}\text{C}$ . fehlenden oder überschüssigen Grade beträgt, gibt offenbar das Mass für die Entfernung des normalen Siedepunktes vom Anfangspunkte des Massstabes.

Mit mehreren auf diese Art construirten und in Bezug auf Grادلänge und normalen Siedpunkt bestimmten Thermometern, wurde nun eine Reihe von Versuchen sowohl im Kleinen als im Grossen angestellt, um ihre Empfindlichkeit und die Genauigkeit der gelieferten Resultate zu prüfen. Insbesondere hat Herr Prof. Baumgartner die Empfindlichkeit des Instrumentes bei einer grossen Anzahl von Versuchen bewährt gefunden, die er mittelst desselben anstellte, um die Aenderungen in der Siedhitze des Wassers zu bestimmen, welche durch Zusatz fremdartiger, darin löslicher und unlöslicher Substanzen hervorgebracht werden.

Nächst Herrn Prof. Baumgartner hat sich Herr Jgn. Ritter von Milis des Instrumentes mit ungemeiner Thätigkeit und Wärme angenommen und mit demselben eine Menge von Höhenmessungen angestellt, welche, da hiezu grösstentheils kleine, vorher genau nivellierte Höhenunterschiede gewählt wurden, eine überraschende Genauigkeit rücksichtlich ihrer Uebereinstimmung gewährten. Endlich habe ich auf meinen in den Jahren 1832 und 1833 während den Ferienmonaten unternommenen Reisen durch Oberösterreich und Salzburg, Steyermark, Kärnthen und Krain Gelegenheit gefunden, das Instrument in Bezug auf seine Anwendbarkeit und Brauchbarkeit bei Messungen bedeutender Höhen zu prüfen. Zu diesem Behufe habe ich mir ein 13 Zoll langes, 3 Zoll breites und 1 Zoll hohes, inwendig mit weichem Leder ausgefüttertes Kästchen verfertigen lassen, in welchem zwei genau bestimmte und sehr empfindliche Thermometer von der in *Fig. 3* abgebildeten Gestalt und Einrichtung nebst einem gewöhnlichen zur Bestimmung der Lufttemperatur dienlichen Thermometer so genau eingelassen waren, dass sie mittelst des knapp anschliessenden Deckels in einer unveränderlichen Lage erhalten wurden und ohne Gefahr des Zerbrechens transportirt werden konnten. Dieses Kästchen von mässiger

Grüse habe ich auf beiden Reisen ohne aller Beschwerde und ohne mindester Verletzung der darin verwahrten Instrumente durchgehends in meiner Rocktasche getragen und mit demselben sehr viele Berge von bedeutender Höhe erstiegen, ohne dass es mir selbst beim Erklettern steiler Parthien hinderlich geworden wäre. Ja ich getraue mir auf diese Erfahrung gestützt in Bezug der leichten Transportabilität des Instrumentes und der geringen Gebrechlichkeit desselben zu behaupten, dass man es auf eine jede noch so grosse und schwer zu erklimmende Höhe in der Rocktasche mitnehmen könne, ohne Besorgniss dass es beim Steigen hinderlich seyn oder durch die unvermeidlichen Erschütterungen zerbrochen werde. Denn es ist mir selbst mehrmal geschehen, dass das Kästchen beim Ausgleiten sehr stark erschüttet wurde, ohne dass die Instrumente darin im mindesten gelitten hätten. Obwohl diese unvermeidlichen Erschütterungen für das Instrument gefahrlos sind, so führen sie doch einen Uebelstand herbei, welcher bei der Einrichtung des Thermometers unausweichlich und höchst lästig ist, und welchen ich auch auf meiner ersten Reise jedesmal bemerkte, wenn ich am Gipfel des Berges angelangt zur Beobachtung schreiten wollte. Ich fand nämlich, dass stets ein Theil des Quecksilbers, welches sich in der kleinen Erweiterung befindet ohne dieselbe ganz zu erfüllen, durch die erlittenen Erschütterungen von dem übrigen Quecksilber getrennt wird und in dem oberen Raume der Erweiterung hängen bleibt, wo er durch Capillarität so fest gehalten wird, dass kein Neigen, kein sorgfältiges Schütteln oder Klopfen, kurz kein mechanisches Mittel hinreicht es herabzubringen und mit dem übrigen Quecksilber zu vereinigen. Um diese Vereinigung zu bewerkstelligen, bleibt keine andere Wahl als das Quecksilber so zu erhitzen, dass es bis in die oberste kleine Erweiterung steigt, um sich daselbst mit dem getrennten ebenfalls dahin getriebenen Quecksilber zu vereinigen. Es ist begreiflich, dass diese Operation für das Instrument viel gefährlicher ist als alle Erschütterungen, die es früher erlitten haben mag,

und dass wenn sie auch glücklich gelingt, sie doch gewiss sehr lästig ist und die Beobachtung bedeutend verzögert. Ich war daher darauf bedacht, diesem Uebelstande durch eine Abänderung am Instrumente zu steuern und ging dabei von dem einfachen Gesichtspunkte aus, dass was die eine zum Theil mit Quecksilber gefüllte Erweiterung in Bezug auf das Wesen des Instrumentes leiste, diess werden auch zwei kleinere ihr an Rauminhalte zusammengenommen gleiche Erweiterungen leisten, die durch eine kurze Zwischenröhre getrennt, sich eine über der andern befinden und wovon die untere ganz oder zum Theil mit Quecksilber gefüllt, die obere aber leer ist. Denn ist die untere ganz mit Quecksilber gefüllt, so kann durch die Erschütterungen keine Trennung bewirkt werden, und ist sie auch nur zum Theile gefüllt, so wird die Trennung zwar erfolgen, man wird aber ungehindert zur Beobachtung schreiten können, indem die Vereinigung des getrennten Quecksilbers in der unmittelbar darüber befindlichen kleinen Erweiterung von selbst zu Stande kommt. Durch diese an dem Instrumente angebrachte Aenderung erhielt dasselbe die in *Fig. 4* dargestellte Form. Ich habe mich auch auf meiner zweiten Reise durch mehrere Erfahrungen überzeugt, dass die auf genannte Weise abgeänderten Instrumente, wovon ich zwei genau abgegliche mitführte, meiner Erwartung vollkommen entsprachen, da ich stets ungehindert damit zur Messung schreiten konnte.

Um die zur Messung erforderlichen Beobachtungen mit dem Instrumente bequem vornehmen zu können, diente mir ein dem Wesen nach schon von Herrn *J. Morstadt* angegebener Kochapparat, welcher seither von Herrn Prof. *Baumgartner* in mehreren Stücken zweckmässiger eingerichtet wurde. Ohne im wesentlichen etwas daran zu ändern, habe ich blos mein Augenmerk darauf gerichtet denselben so compendiös zu machen, dass er auf Reisen leicht transportabel und beim Ersteigen eines Berges nicht hinderlich wird. Sein Hauptbestandtheil ist ein cylindrisches, 3 Zoll im Durchmes-

ser und 6 Zoll in der Höhe haltendes Gefäss von Messingblech, welches oben mit einem messingenen genau anschliessenden Deckel versehen ist. Der Deckel selbst aber hat in der Mitte eine  $\frac{3}{4}$  Zoll weite kreisrunde Oeffnung mit einem aufgeworfenen Rande. Der Zweck dieses Gefässes ist, das zum Sieden bestimmte reine Wasser bis zur Höhe von etwa 2 Zoll über dem Boden zu enthalten und überdies in dem darüber befindlichen freien Raume das mit Quecksilber gefüllte Gefäss des Thermometers aufzunehmen. Zu diesem Behufe sind an der inneren Seite des Deckels in der Nähe seines Umfanges vier metallene 3 Zoll lange Stifte befestigt, welche eine kleine ringförmig durchbrochene, mit vier Armen versehene Platte tragen; diese lässt sich längs der vier Stifte auf- und niederschieben und bildet eine Art von Korb, auf welchem der untere Theil des Thermometers im Innern des Gefässes in gehöriger Entfernung von der Oberfläche des Wassers ruht, während der obere mit dem Massstabe versehene Theil desselben durch die kreisrunde Oeffnung im Deckel hervorragt und darin mittelst zweier Korkstücke verfestigt ist. Um den beim Sieden des Wassers sich entwickelnden Dämpfen, nachdem sie auf die thermometrische Substanz gehörig eingewirkt haben, einen hinreichenden Abzug zu verschaffen und jede Erhöhung ihrer Spannkraft über den der Siedhitze entsprechenden Grad zu vermeiden, ist im Innern des Gefässes eine ziemlich weite Röhre angebracht, welche sich längs der Seitenwand von oben herabzieht und in der Nähe des Boden nach Aussen mündet. Das Gefäss ruht auf einem 3 Zoll hohen cylindrischen Gestelle, welches den zur Feuerung nöthigen Raum umschliesst. Zu diesem Ende ist an der vordern Seite des Gestelles eine Oeffnung angebracht, durch welche man eine Weingeistlampe von mittlerer Grösse eintragen kann. Für den gewöhnlichen Gebrauch könnte das Kochgefäss auf dem Gestelle unveränderlich befestiget werden, um es aber für den Transport tauglicher und minder voluminös zu machen, habe ich es vorgezogen das Gefäss so einzurichten, dass

es sich in das Gestelle hineinschieben und beim Gebrauche herausziehen und mittelst zweier am Boden angebrachter Stifte in eine am obern Rande des Gestelles eingelassene Nuth verreiben lässt, wodurch fast die Hälfte der Höhe erspart und das Ganze minder gebrechlich wird.

Da es aber beim Gebrauche des Apparates unerlässlich ist, den Einfluss des Windes auf die Wände des Gefässes und die damit verbundene Abkühlung des siedenden Wassers zu beseitigen, so wurde die Vorkehrung dahin getroffen, dass ein andres ebenfalls cylindrisches aber um einen Zoll mehr im Durchmesser haltendes Gefäss von Metall verfertigt wurde, welches übrigens gleiche Höhe mit dem Kochgefässe und am untern Ende dieselbe Einrichtung zum ineinanderschieben erhielt. In dieses oben offene Gefäss wird nun das eigentliche Kochgefäss hineingestellt, so dass sich zwischen beiden ein etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll weiter Zwischenraum bildet, welcher während der Operation mit den aus dem Kochgefässe entweichenden Dünsten erfüllt ist und auf diese Weise den schädlichen Einfluss des Windes abhält. Aus der Einrichtung, welche man dem den Kochapparat umschliessenden Gefässe gibt, ist leicht zu ersehen, dass dasselbe zugleich als Büchse dient, um darin den Kochapparat beim Transporte zu bewahren. Denn hat man das Kochgefäss in sein Gestelle geschoben und dadurch den Apparat verkürzt, hat man ferner dasselbe mit dem äusseren Gefässe gethan, so braucht man es nur mit einem Deckel zu verschliessen, um darin das Ganze wie in einer Büchse transportiren zu können. Der Bequemlichkeit wegen kann man den Deckel auch so einrichten, dass er ein Kästchen enthält, in welchem man die zum Feuermachen erforderlichen Werkzeuge, am besten ein chemisches Feuerzeug mit Zündhölzchen, mehrere Schwefelfäden, einige vorrätigen Korkstücke und andere Kleinigkeiten unterbringt. Eben so kann man den innern Raum des Kochgefässes dazu benützen, um die Weingeistlampe und ein den vorrätigen Weingeist enthaltendes Gefäss während dem Transporte darin aufzu-

bewahren. Es versteht sich wohl von selbst, dass die Lampe sowohl als das Weingeistgefäss von Metall, mit festangeschraubten Deckeln versehen, und überdiess in dem Raume so eingelassen sind, dass beim Transportiren kein Hin- und Herschlagen Statt findet. Um endlich das Ganze beim Bergsteigen bequem tragen zu können, habe ich mir ein Futteral von starkem Leder dazu machen lassen, in welches der ganze Apparat hineingeschoben, darin verschnallt und mittelst eines Umschwungriemen über die Schultern gehängt wird. Zum besseren Verstehen des bisher beschriebenen Apparates ist in *Fig. 5* das eigentliche Kochgefäss mit seinen wesentlichen Einrichtungsstücken abgebildet. *Fig. 6* stellt das Gefäss vor, welches dem Kochgefässe zur Hülle dient. *Fig. 7* zeigt den ganzen Apparat zum Transporte eingerichtet.

Die in *Fig. 8* abgebildete, mit einem Rohrgeflechte überzogene abgeplattete Flasche ist dazu bestimmt, den nöthigen Vorrath an destillirtem Wasser aufzunehmen, wozu nach meiner Erfahrung ein Seitel für mehrere Versuche hinreicht. Sie wird wohl verkorkt, mittelst einer daran befestigten Schnur um den Leib geschwungen, oder wenn es bequemer seyn sollte, in eine Rocktasche gesteckt.

Hat man nun an einem Orte von bekannter Höhe mit einem correspondirenden Beobachter Tag und Stunde für die vorzunehmende Messung verabredet und ist mit dem so eingerichteten Apparate an der Station, wo man die Messung vorzunehmen beabsichtigt, zur gehörigen Zeit angelangt; so stellt man vorerst den Kochapparat auf einem geeigneten Platze unmittelbar auf dem Boden in Bereitschaft, indem man die beim Transporte darin befindliche Weingeistlampe und das Weingeistgefäss herausnimmt, dafür die nöthige Menge destillirten Wassers einfüllt und den Deckel aufsetzt, nachdem die zum Träger bestimmte durchbrochene Platte längs der vier Stifte herabgeschoben wurde. Hierauf senkt man durch die im Deckel befindliche Oeffnung eines von den mitgeführten Thermometern so weit ein

dass es mit dem untern Theile auf der Tragplatte aufsitzt und befestiget es in dieser Lage mittelst zweier halbrunder Korkstücke, welche man in die Oeffnung einpasst. Doch muss man bei der Wahl des einzusetzenden Thermometers darauf Rücksicht nehmen, dass es nach vorläufiger Schätzung für die zu messende Höhe die nöthige Anzahl Grade umfasst, wesswegen es auch rätlich ist, zwei Thermometer mitzuführen, bei welchen die Scala des einen die Fortsetzung der Scala des andern ist, um bei Messungen solcher Höhen wo das eine nicht mehr ausreicht, doch das andere gebrauchen zu können. Hat man die gehörige Wahl getroffen, so muss man sich auch überzeugen, ob der daran befindliche Massstab gehörig befestiget ist, so dass sein Anfangspunkt mit dem am Rohre einradirten Zeichen zusammenfällt und sich beim Verschieben des Nonius nicht etwa verrückt. Ist diess vorläufig geprüft und in Ordnung gebracht worden, hat man das Instrument auf die vorerwähnte Weise in das Kochgefäss eingesetzt und verfestiget, so stellt man den Apparat in das zu seiner Hülle dienende weitere Gefäss und trägt durch die unten angebrachte Oeffnung die angezündete Weingeistlampe in den dazu bestimmten Heitzraum ein. Zu gleicher Zeit muss man in der Nähe ein gewöhnliches Thermometer mit allen nöthigen Vorsichten aufstellen, um daran die daselbst herrschende Lufttemperatur wahrzunehmen. Wenn die Localverhältnisse günstig sind und an der Beobachtungsstation Windstille herrscht, was jedoch besonders auf hochgelegenen Punkten äusserst selten der Fall ist, so hat man kaum mehr als 5 Minuten nöthig, um diese Vorbereitungen zur Messung zu treffen. Wehet dagegen an der Station ein heftiger Wind, wie ich diess fast immer erfahren, so hat man mit den nöthigen Vorbereitungen wohl länger zu thun (nie aber über eine Viertelstunde); denn in diesem Falle muss man den ganzen Apparat mit den zu Gebote stehenden Steinen oder Rasenstücken verbauen, um den heftigen Andrang des Windes abzuhalten und das Umwerfen des Ganzen zu verhüten. Besondere Sorgfalt muss man auch in diesem

Falle beim Feuermachen anwenden, wenn es gelingen soll eines zu Stande zu bringen. Mit den in der Regel schwach geschwefelten Zündhölzchen hat man Noth Feuer zu erhalten, da sie in dem Augenblicke, als man sie aus dem Zündfläschchen herauszieht, auch schon durch den Wind verlöscht sind. Man muss daher zu stark getränkten Schwefelfäden seine Zuflucht nehmen, wovon mehrere zugleich an einem glimmenden Schwamme entzündet, nicht sobald den gewünschten Dienst versagen. Uebrigens muss man die Vorsicht gebrauchen, den Docht der Weingeistlampe erst dann von dem Deckel zu entblößen, wenn man mit den bereits brennenden Schwefelfäden nahe daran ist ihn zu entzünden, weil sonst durch die längere Berührung mit der Luft der Weingeist sehr schnell verdunstet, wodurch der Docht blos mit den wässerigen Theilen imprägnirt bleibt und die Tauglichkeit zum Brennen verliert. Sind alle Umstände wohl berücksichtigt und der Apparat mittelst der untergesetzten Weingeistflamme in Thätigkeit gesetzt worden, so wartet man das Sieden des eingefüllten Wassers ab, welches längstens nach 5—8 Minuten erfolgt, und richtet sein Augenmerk auf die im Thermometer steigende Quecksilbersäule. Ist dieselbe stationär geworden, so stellt man den am Massstabe verschiebbaren Nonius so ein, dass die Ebene, in welcher die Visierfäden am Nonius gespannt sind, den obersten Punkt der Quecksilbersäule berührt. Der Stand des Nonius am Massstabe gibt die Höhe der Quecksilbersäule über dem Anfangspunkte. Um sich jedoch zu überzeugen, ob der am Massstabe angezeigte Stand der Quecksilbersäule der richtige sey, ist es rätlich einen controllirenden Versuch vorzunehmen, welcher am leichtesten dadurch angestellt wird, dass man die Weingeistlampe entfernt und die Temperatur so weit sinken lässt, bis sich die Quecksilbersäule ganz hinabgezogen hat; hierauf setzt man die Weingeistlampe wieder unter und sieht zu, wiefern der zum zweiten Male erreichte stationäre Stand der Quecksilbersäule mit dem ersten harmonirt. Stim-

men beide genau überein, so ist der zuerst markirte Stand der richtige und die Operation ist beendet. Ergibt sich aber eine Differenz, so hat man entweder bei der anfänglichen Beobachtung gefehlt oder es hat mittlerweile eine Aenderung im Luftdrucke Statt gefunden. Jedenfalls muss man dann durch einen dritten Versuch auszumitteln suchen, welcher von den gefundenen Ständen der Quecksilbersäule der richtige sei. Ist man damit ins Reine gekommen (im Ganzen braucht man höchstens 15 — 20 Minuten dazu) und wurde während der Beobachtung die daselbst herrschende Temperatur der Luft an dem zu diesem Zwecke aufgestellten Thermometer entnommen, so ist man mit Einschluss der correspondirenden Beobachtungsergebnisse in Kenntniss aller jener Data, welche zur Berechnung der relativen Höhe des fraglichen Ortes erforderlich sind. Zu dieser Rechnung eignet sich am bequemsten die von *Oltmanns* angegebene, in Prof. *Baumgartner's* Supplementbände zur Naturlehre pag. 234—235 entwickelte Höhenformel:

$$z = A + A_1 + A_2 \dots \dots \dots (I)$$

wobei  $z$  die Höhenzahl für den Beobachtungsort in Metern angibt.

In diesem Ausdrücke ist:

$$A = 18336 \log. \frac{B}{b}, A_1 = 0.004 \left( \frac{t + t_1}{2} \right) A \text{ und}$$

$$A_2 = 0.00284 \cos 2 \varphi (A + A_1)$$

Hierin bedeutet:

$B$  den auf  $0^\circ\text{C}$  reducirten Barometerstand, wie er an der unteren Station beobachtet wurde, in Metern ausgedrückt;

$b$  den ebenfalls auf  $0^\circ\text{C}$  reducirten Barometerstand an der oberen Station in derselben Masse ausgedrückt;

$t$  die an der unteren,  $t_1$  die an der oberen Station gefundene Lufttemperatur

$\varphi$  die Polhöhe des Beobachtungsortes.

Aus dieser Bedeutung der in obiger Formel vorkommenden Grössen ist ersichtlich, dass das erste Glied  $A$  die nicht corrigirte Höhenzahl, das zweite Glied  $A_1$ ,

die Correction derselben wegen der Lufttemperatur, das dritte Glied  $A_2$  die Correction wegen der geographischen Breite des Beobachtungsortes angibt. Von den übrigen etwa noch anzubringenden Correctionen kann man füglich absehen, da sie in der Regel von keinem bedeutenden Werthe sind.

Um aus den bei der angestellten Beobachtung gefundenen Daten die zur Führung der Rechnung nach obiger Formel nöthigen Grössen zu finden, dient folgende von Herrn Prof. *Baumgartner* hiezu empfohlene, von Dr. *E. F. August* theoretisch entwickelte Formel, welche den Zusammenhang zwischen der Temperatur des siedenden Wassers und der Spannkraft der dabei entstandenen Dünste, durch den jedesmaligen Luftdruck ausgedrückt in der Gleichung:

$$\log b = \frac{23.945371 t}{800 + 3t} - 2.2960374 \dots \text{ (II).}$$

darstellt; worin  $b$  den auf  $0^\circ\text{C}$  reducirten Barometerstand in Metern,  $t$  die durch Beobachtung gefundene Temperatur des siedenden Wassers in Celsius'schen Graden bedeutet. Berechnet man nun aus den durch die angestellten Beobachtungen gefundenen Temperaturen des siedenden Wassers die denselben entsprechenden Barometerstände  $B$  und  $b$  an beiden Stationen mittelst der Gleichung (II), und führt die dafür gefundenen Werthe in das erste Glied  $A$  der Formel (I) ein, so erhält man daraus die relative Höhenzahl für die obere Beobachtungsstation, an welcher mittelst der folgenden Glieder  $A_1$ ,  $A_2$  die nöthigen Correctionen vorzunehmen sind, wozu man durch die an beiden Stationen beobachteten Lufttemperaturen und durch die bekannte geographische Breite der Orte die nöthigen Data gesammelt hat.

Da es nach der Gleichung (II) unumgänglich notwendig ist, die Temperatur des siedenden Wassers bei der angestellten Beobachtung in Celsischen Graden zu kennen, um hieraus den entsprechenden Luftdruck  $b$  zu berechnen; so fragt es sich noch, wie man aus den bei der Beobachtung entnommenen Daten diese Temperatur bestimmen könne. Dazu bieten sich zwei Wege, wo-

von der eine durch eine leichte Rechnung, der andere durch eine unmittelbare Beobachtung zum gewünschten Ziele führt. Hat man nämlich das genau bestimmte Instrument auf die früher angezeigte Weise mit einem Längenmassstabe versehen, und mittelst desselben den Stand der stationären Quecksilbersäule über dem Anfangspunkte des Massstabes gemessen; so kann man hieraus, da der Stand des normalen Siedpunktes, d. i. der Ort des 100ten Grades C bekannt ist, durch blosser Subtraction erfahren, um wie viel der bei der Beobachtung gefundene Stand der Quecksilbersäule höher oder niedriger ist als jener des 100ten Grades. Diese Grösse mit der bekannten Gradlänge des Thermometers verglichen, gibt das plus oder minus in Graden ausgedrückt und dieses zu 100 addirt oder davon subtrahirt, gibt zum Reste den Temperatursgrad des siedenden Wassers, wie er bei der Beobachtung Statt gefunden hat. Wir wollen diess durch ein Beispiel erläutern. Gesetzt man hätte sich eines Instrumentes bedient, an welchem der Stand des normalen Siedpunktes sich  $112^{\text{mm}}$  über dem Anfangspunkte des Massstabes befindet, und bei welchem die Gradlänge  $22^{\text{mm}},5$  beträgt. Würde nun die Quecksilbersäule bei dem Versuche den Stand von  $98^{\text{mm}},75$  erreichen, so hätte man  $112^{\text{mm}} - 98^{\text{mm}},75 = 13^{\text{mm}},25$  als die Grösse, um welche die Quecksilbersäule unter dem hundertsten Grade steht. Drückt man nun diese durch die Proportion  $22,5 : 13,25 = 1 : x$  in Graden aus, so erhält man  $x = 0^{\circ},54$ . Diess von  $100^{\circ}$  abgezogen, gibt:  $100^{\circ} - 0^{\circ},54 = 99^{\circ},46$  als die Temperatur des siedenden Wassers. Will man sich jedoch diese, bei jedem Versuche zu wiederholende obschon leichte Rechnung ersparen, so kann man dem Beispiele des Herrn *Ign. Ritter von Mitis* folgend, sein gehörig bestimmtes Instrument mit einer entsprechend getheilten Scala versehen, zu grösserer Genauigkeit einen Nonius sammt Visir daran anbringen und sie in gehöriger Lage an das Rohr des Instrumentes unveränderlich befestigen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, durch unmittelbare Beobachtung den verlangten Temperatursgrad ein für allemal zu finden.

Die Formel (I) lässt sich auch so einrichten, dass das erste Glied derselben A, die absolute Höhe der Beobachtungsstation unmittelbar angibt. Zu diesem Ende braucht man nur den darin vorkommenden Barometerstand B als normal anzunehmen, also ein für allemal  $B = 0^m,76$  setzen. Dadurch erhält man:

$$z = 18336 [\log. 0^m,76 - \log. b] \dots \dots (III)$$

wenn man vor der Hand von den übrigen Gliedern der Formel (I) abstrahirt, und die darin vorkommenden Correktionen erst am Endresultate vornimmt. Durch die so vereinfachte Formel erreicht man den Vortheil, dass man aus ihr mittelst der Gleichung (II) den  $\log. b$  eliminiren kann, wodurch man einen Ausdruck für z erhält, welcher bloss von t, d. i. von der auf der Beobachtungsstation gefundenen Temperatur des siedenden Wassers abhängt. Verrichtet man die Elimination so erhält man:

$$z = 39914,7 - \frac{439062 t}{800 + 3t} \dots \dots (IV.)$$

Hieraus wird ersichtlich, dass man beim Gebrauche dieser Formel sich die Mühe erspart, zuerst aus der Temperatur den entsprechenden Barometerstand, und hieraus erst die fragliche Höhe des Ortes zu finden.

Will man endlich die Anzeigen des Thermometers durch die gleichzeitigen Anzeigen eines genauen Barometers und umgekehrt controlliren, so kann man sich dazu der Gleichung (II) oder der daraus abgeleiteten Gleichung:

$$t = \frac{800}{3} \cdot \frac{2,2960374 + \log. b}{5,6857520 - \log. b} \dots \dots (V)$$

bedienen.

Der Gebrauch und die Richtigkeit der angeführten Formeln werden aus den am Schlusse dieses Aufsatzes darnach vorgenommenen Berechnungen mehrerer Messungsdata am besten einleuchten. Es erübrigt gegenwärtig noch zwischen dem bisher auseinander gesetzten und dem beim barometrischen Höhenmessen zu beobachtenden Verfahren eine Parallele zu ziehen, um daraus entnehmen zu können, welchem von beiden der Vorzug gebühre.