©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

1. Ueber ein neues signalisirendes und selbstregistrirendes Gefässbarometer.

Von Dr. Friedrich C. G. Müller in Osnabrück.

Das Instrument, dessen Beschreibung und Erklärung Aufgabe der folgenden Abhandlung ist, wurde bereits im Sommer 1874 von mir erfunden und im darauf folgenden Winter durch Herrn Wanke hieselbst hergestellt. Mitte März 1875 wurde es in Thätigkeit gesetzt, welche nur behufs einiger Verbesserungen im Winter $18^{75}/_{76}$ eine längere Unterbrechung fand. Seit Mai 1876 befindet es sich in der internationalen Ausstellung wissenschaftlicher Apparate zu London und ist in dem von der englischen Regierung herausgegebenen Catalog beschrieben. Ich selber habe noch nichts über dasselbe veröffentlicht.

I. Das Gefässbarometer.

Im Gegensatz zu den bisherigen Gefässbarometern findet bei diesem Instrument die Ablesung am untern Niveau statt, bei fester Stellung des oberen.

Fig. 1 giebt eine schematische Darstellung. AA ist die 10 mm. weite Barometerröhre. Dieselbe sitzt vermittelst der Stopfbüchse H in der in- und auswendig genau cilindrisch geschliffenen Stahlröhre BB BB. Das unterste Ende des Glasrohres ist ausserdem in einen kurzen Stahlcilinder gekittet, welcher mit Wildleder überzogen einen luftdichten Verschluss zwischen beiden Röhren herstellt. Derselbe enthält eine axiale Durchbohrung von hyperbolischem Profil. Dicht unter der Endigung des Barometerrohres enthält die Stahlröhre BB BB zwei gegenüberliegende Durchbohrungen JJ. Unterhalb der-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

selben befindet sich in BB ein Kolben E, welcher nach oben in einen schlanken belederten Stahlconus ausläuft. Dieser Conus drückt sich beim in die Höhe schieben des Kolbens E in die Durchbohrung des Endstücks am Barometerrohr und bewirkt so einen Verschluss des letzteren.

Zwei starke Lager G und G befestigen die Stahlröhre BB BB auf der Mahagoni-Grundplatte des Instruments.

Mittelst zweier Stopfbüchsen schiebt sich auf BB das Barometergefäss CCDD. Dasselbe ist mit Ausnahme der gläsernen Seitenwandung des oberen breiten Theiles aus Eisen verfertigt. Seine Länge beträgt bei Stationsinstrumenten etwa 12 Ctm., sodass das Quecksilber in ihm etwa 10 Ctm. hoch steht. Der Deckel gestattet der Luft durch eine verschraubbare Oeffnung den Zutritt. Unten befindet sich ein Stahlhahn, um nöthigenfalls das Quecksilber ablassen zu können. — Das Gefäss kann durch einen feinen Trieb sicher gehoben und gesenkt werden.

Zur Fixirung des oberen Niveaus enthält die Toricellische Leere einen feinen Platindraht, welcher bis auf die unterste Spitze zur Erzielung der gehörigen Steifigkeit mit Glas umschmolzen ist. Der Contakt der Kuppe mit der Platinspitze wird auf galvanoskopischem Wege zur Anschauung gebracht. Der Abstand der Platinspitze von den Löchern JJ muss natürlich etwas grösser sein als die Maximalhöhe des Barometerstandes.

Es bedarf keiner Erörterung, dass bei jedem Contakt an der Platinspitze der Stand des Gefässes den Barometerstand bestimmt. Im Gefäss findet ja keine Niveauveränderung statt, weil das Rohr BB BB nicht blos ins Gefäss eintaucht, sondern hindurch geht.

Zum Behufe der Ablesung sitzt an dem Gefässe ein Lineal mit entsprechender Theilung; ein Vernier ist am oberen Ende des Rohres BB befestigt. Die Justierung des Verniers, sowie die Temperaturcorrektion bietet nichts Besonderes.

Beim Transport wird das Vacuum durch Neigen gefüllt und das Rohr durch den in die Höhe geschobenen Kolben E nicht allzufest verschlossen.

Der wesentliche Vorzug eines nach den vorgetragenen Principien construirten Gefässbarometers liegt darin, dass die in wenigen Secunden auch von einem ungeübten Beobachter

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

auszuführende Einstellung kein Visiren erfordert und doch ohne angebbaren Fehler ist. Man hat nur mit Hülfe des Triebs die obere Kuppe bis dicht unter die Platinspitze zu bringen und darauf unter leisem Klopfen langsam zu heben, bis das Galvanoskop ausschlägt. — Ein anderer Vortheil unseres Instrumentes ist der, dass das Rohr nicht ausgekocht werden braucht, weil das Volumen der Toricellischen Leere beim Ablesen stets das nämliche ist. Etwa in derselben befindliche Luft beeinflusst den Gang des Barometers nur in Folge von Temperaturänderungen. Hat man die dadurch veranlasste Depression durch Vergleichung mit einem Normalbarometer ermittelt, so lässt sich die gesammte Temperaturcorrektion in jedem Falle leicht ausführen. Ja, man kann durch Einlassen der erforderlichen Luftmenge (besser trockenes Wasserstoffgas) in die Leere die Temperatureinflüsse bis auf einen verschwindenden Fehler beseitigen, wovon noch unten die Rede sein wird. Uebrigens kann, unter hier nicht mitzutheilenden Cautelen, das Auskochen ebenso gut besorgt werden, wie bei andern Barometern. —

II. Die automatische Einstellung nebst Signalisirvorrichtung.

Das beschriebene Barometer erfährt zum Zweck der Selbsteinstellung nur die kleine Abänderung, dass statt eines Platindrahtes in die Toricellische Leere deren zwei eingeschmolzen sind. Die eine Spitze S_1 ist um ein Geringes (nicht über $^1/_{20}$ mm.) länger als die andere S_2. S_1 steht nun mit dem Ruhestromrelais R_1 in Verbindung, S_2 mit dem direkt schliessenden R_2. Das Quecksilber im Gefäss steht in Verbindung mit dem zweiten Pol der Relaisketten. Durch das Relais R_1 wird das elektrische Maschinchen M_1 in Bewegung gebracht, durch R_2 ein gleiches Maschinchen M_2. M_1 bewegt mittels eines Schraubenmechanismus das Barometergefäss in die Höhe, M_2 nach abwärts. Es bedarf keiner weiteren Erläuterung, wie sich durch diese Disposition das Barometer automatisch einstellt und wie durch die Thätigkeit der geräuschvollen Maschinchen jede Veränderung des Barometerstandes hörbar gemacht wird.

* * *

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Die Relais. Nach mehrfachen Versuchen mit andern Construktionen bin ich auf das im Telegraphendienst gebräuchliche elektromagnetische Relais zurückgekommen. Die Elektromagnete enthalten sehr viele Windungen eines möglichst feinen Kupferdrahtes, die alsdann an der Platinspitze entstehenden Unterbrechungsfunken sind kaum sichtbar und zeigten sich nach fünfmonatlicher Beobachtung ohne den geringsten störenden Einfluss. Indessen sind durch Einführung einer Nebenschliessung die Funken später ganz beseitigt. Mir dient dabei ein dünnes mit neutraler Kupfervitriollösung gefülltes Glasrohr, in dessen Enden Stückchen Kupferdraht als Electroden eingekittet sind. Jedes Relais wird durch ein Minottoelement bewegt.

Die Maschinchen sind Schaltwerke, deren Haupttheil aus der selbstunterbrechenden Vorrichtung der elektrischen Schellen besteht. An Stelle des Klöppels befindet sich die leichte Schallklinke, welche durch eine feine Feder gegen einen justirbaren Anschlag zurückgeführt wird. Beim Vibriren stösst diese Klinke in die feinen Sägezähne eines leichten Stahlrädchens und bewirkt dadurch eine ziemlich schnelle Rotation desselben. Zu beachten ist, dass die Schaltklinke bei der Ruhestellung nicht in die Zähne fasst und dass keine Sperrklinke vorhanden ist, weshalb dem Rade alsdann eine Rückwärtsdrehung unbenommen ist. Auf derselben Axe befindet sich nämlich ein zweites Stahlrädchen mit entgegengesetzter Zahnstellung, das durch einen zweiten, dem ersten gleichen, Mechanismus gedreht wird. Diese gemeinsame Axe der beiden Maschinchen treibt vermittelst einer Schraube ohne Ende eine feine Schraubenspindel, deren bewegliche Mutter durch ein Universalgelenk mit dem Barometergefäss in Verbindung steht. Die Uebersetzung ist so gross, dass die Stahlrädchen nicht weniger als 80 Umdrehungen machen müssen, wenn der Barometerstand sich um 1 mm. verändert. Daraus erhellt, dass selbst mikroskopische Aenderungen hörbar werden müssen. Denn es braucht kaum gesagt zu werden, dass die Maschinchen vermöge ihrer Einrichtung ein lautes Rasseln verursachen, welches noch dadurch verstärkt wird, dass man den vibrirenden Hebeln gegenüber Stahlplättchen anbrachte, auf welche sie vermittelst eines stellbaren Stiftes hämmern. Zur Unterscheidung des Fallens vom Steigen ist am Hebel

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

des einen Maschinchens noch ein kleines Glöckchen angehängt. — Drei Daniell'sche Elemente, resp. eine gleichwerthige andere Batterie, sind zum Treiben der Maschinen erforderlich.

* * *

Die beschriebene Selbsteinstellung zeigte sich in bereits anderthalbjähriger Thätigkeit als unbedingt zuverlässig, vorausgesetzt die Batterie in gehörigem Stande war. Die Fehlergrenze liegt innerhalb der Spitzendifferenz bei meinem Instrument 0,05 mm. Es steht aber nichts im Wege, die Differenz noch bedeutend kleiner zu machen, wobei der Apparat verhältnissmässig unruhiger wird. Ja, man kann — und dies ist eine höchst interessante Anordnung — beide Relais mit ein und derselben Spitze verbinden. Dann tritt absolute Empfindlichkeit ein, indem die Spitze gewissermassen in und ausser dem Quecksilber sein muss. Die Maschinchen sprechen dabei unausgesetzt abwechselnd an. Meiner Erfahrung nach ist 0,05 mm. die zweckdienlichste Spitzendifferenz. Schon bei diesem Verhältniss lärmt der Apparat bei unruhigem Wetter fast ohne Unterbrechung. Bei Standwetter spricht er etwa alle 5 Minuten an. Bei ruhigem Steigen oder Fallen erfolgt schon für 0,01 — 0,005 mm. ein Signal. Diese fast unglaubliche Empfindlichkeit erklärt sich daraus, dass sich die Quecksilbersäule nicht verschiebt, sondern nur eine äusserst geringe Aenderung in der Wölbung der Kuppe erfährt.

Die von Kohlrausch (Pogg. Ann. 150,423) mittelst seines Variationsbarometers beobachteten Variationen des Luftdrucks hört man mittels meines Instruments bei unruhigem Wetter unausgesetzt. Um dieselben auch dem Auge vorzuführen, befindet sich neben dem Gefäss ein verstellbarer Fühlhebel, welcher die Bewegung 50 mal vergrössert. Natürlich verwendet man bei derartigen Variationsbeobachtungen am Zeiger die soeben erwähnte Verbindung beider Relais mit einer Spitze.

Die Variationen des Luftdrucks, welche das in Rede stehende Instrument ohne Mühe, sogar neben andern Arbeiten, zu verfolgen gestattet, geben mit ihren Gesetzmässigkeiten eine Wettercharakteristik von grosser Bedeutung. Nach meinem Urtheil ist die akustische Signalisirung die wichtigste Seite meines Apparats, obgleich man von vornherein wesentlich die Herstellung einer exacten Registrirvorrichtung im Auge hatte.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

III. Der Registrirmechanismus.

Die Bewegung des sich automatisch einstellenden Barometergefässes geht mit solcher Kraft vor sich, dass die Herstellung einer exacten und ununterbrochen wirkenden Registrirvorrichtung keine Schwierigkeiten bietet. Das Gestell für die zur Registrirung dienenden Apparattheile bildet ein horizontales, in der Höhe der oberen Endigung des Barometerrohres mit der Grundplatte des Barometers fest verschraubtes, Brett. Einen zeitmessenden Mechanismus für sich erforderte wie bei allen Registrirapparaten die Bewegung des Papierstreifens. Letzterer ist 3 m. lang und ist durch Zusammenkleben seiner Enden in ein Band ohne Enden verwandelt. Er läuft über eine rechts befindliche Messingwalze, welche durch die links stehende Uhr in 48 Stunden umgedreht wird. Durch eine unten lose darin liegende mit Blei beschwerte Walze erhält er die erforderliche Spannung. Das Einhängen eines neuen Streifens zu Anfang jeden Monats geschieht in der Weise, dass man zuerst eine einfache Mitnehmer-Kuppelung ausrückt, welche die Walze mit der conaxial liegenden, vom Uhrwerke getriebenen Welle zu einem Ganzen vereinigt. Darauf schlägt man die Schreibstifte zurück, nimmt die Walze aus ihren Lagern, hängt einen neuen Streifen über und fügt sie wieder in den Mechanismus. Diese ganze Manipulation beansprucht nicht mehr als 1 Minute Zeit.

Was den eigentlichen Registrirmechanismus anbelangt, ist zuerst zu erwähnen die Führung des Schreibstiftes, das Schreibwerk. Dasselbe ist gebildet aus zwei höchst sauber gearbeiteten Stahlstangen, welche durch Verbindungsstücke an ihren Enden ein ebenes langgezogenes Rechteck bilden. Dieses Rechteck bewegt sich 3 Ctm. oberhalb der Walze parallel zu deren Axe. Es erhält eine äusserst sichere Führung durch je zwei genau passende Löcher, durch welche die Stangen gleiten. Die Löcher befinden sich in den nach oben verlängerten Lagerstegen der Walze. Auf der vorderen Stange, welche zum Verhüten von Drehbewegungen mit einer Fläche versehen ist, verschiebt sich ein durch Klemmschraube festzustellendes Messingstück, welchem der Träger des Schreibstiftes mittels zweier Spitzenschrauben eingelenkt ist. Der Schreibstift wird ebenso geführt, wie der Meissel an der

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Längentheilmaschine ; es fehlt eben nur das Kniegelenk des Reisserwerkes.

Die kinematische Verbindung des Schreibwerks mit dem Barometergefäss ist auf folgende Weise hergestellt. Zunächst ist zu nennen eine Transmissionsstange, deren Ende durch ein Kugelgelenk mit einem Ansatze des Gefässes verbunden ist. Das obere Ende der Stange befindet sich durchschnittlich in der Höhe des horizontalen Brettes, auf dem der Registrirmechanismus ruht. Oben hat die Stange eine Führung, welche Dreh- und Seitwärtsbewegung hindert. Die Uebertragung der verticalen Bewegung der Stange auf die horizontale des Schreibwerkes geschieht durch zwei auf derselben Axe befestigte Rollen und durch Stahldrähte, welche sich um dieselben schlingen. Zu dem Zweck läuft das obere Ende der Stange in zwei parallele, 1 Ctm. von einander entfernte, dünnere Stangen von 12 Ctm. Länge aus, welche oben durch ein Querstück verbunden sind. Mitten zwischen diesen Stangen, conaxial mit der Hauptstange, ist ein feiner Gussstahldraht gespannt; derselbe kann durch eine Schraube in dem oberen Verbindungsstück beliebig angezogen werden. Die kleine der erwähnten Rollen steht so, dass der Draht mit ihrer Tangente zusammenfällt. Da nun der Draht eine Schleife bildet, welche die Rolle einmal ganz umspannt, so muss die Bewegung sehr exact übertragen werden. Um jedes Gleiten des Drahtes auf der Rolle zu verhindern, ist er auf derselben mit einer Schraube fest geklemmt. Der Umfang der Rolle ist etwa $^1/_8$ grösser, als der Abstand der zu erwartenden höchsten und niedrigsten Barometerstände. Die zweite, weiter vorne auf der Axe befestigte Rolle ist genau so mit dem Schreibwerk vereinigt. Der Durchmesser der Rollen, sowie alle andern Abmessungen richten sich nach der Vergrösserung, welche man der Bewegung geben will. Bei meinem Instrument ist die vordere Rolle doppelt so gross, wie die hintere.

Als ersten Vorzug des beschriebenen Schreibmechanismus hebe ich seine Einfachheit und den Umstand hervor, dass er ohne von seiner Einfachheit zu verlieren eine namhafte Vergrösserung seiner Bewegung gestattet. Zweitens ist er durchaus zuverlässig. Für seine ungemeine Zuverlässigkeit legen die mir vorliegenden Originalcurven Zeugniss ab, deren feinstes Detail erst mit der Lupe beobachtet werden kann; ferner

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

habe ich sehr oft die Spitze des Schreibstiftes mit einer 15-fach vergrössernden Lupe beobachtet und gefunden, dass alle die kleinen Oscillationen, welche die Maschinchen hörbar machen, genau übertragen werden. Uebrigens ist eine unbedingte Zuverlässigkeit des Registrirapparats schon mit seiner Construction gewährleistet. Derselbe enthält ja nur 4 kinematische Elementenpaare: Das Kugelscharnier am unteren Ende der Transmissionsstange; die Spitzen nebst Lagern an der Uebersetzungsaxe; das gleitende Rechteck des Schreibwerks mit seiner Führung; die Spitzen, zwischen denen der Stifthalter eingelenkt ist. Im übrigen bilden die Theile im Sinne der Längsbewegung ein einziges festes Glied: Stange — Draht — kleine Rolle — Axe — grosse Rolle — Draht — Rechteck. Das erste Paar, das Kugelscharnier, ist fast nur ein Luxus, der in Wegfall kommen kann, da ja das Gefäss wie die Stange eine sichere prismatische Führung haben und bei der Länge der Theile leicht parallel laufend gemacht werden können, sodass keinerlei Spannungen zu befürchten sind, auch wenn statt des Gelenks eine feste Verschraubung angewandt wird. Uebrigens bietet das Kugelgelenk, wie auch die Axenbewegung zwischen Spitzen, bei leichter Herstellbarkeit, volle Garantie gegen jeglichen todten Gang. Weit schwieriger ist die sichere Führung der geradlinigen Bewegung des Rechtecks im Schreibwerk herzustellen und erfordert, wie jede exacte prismatische Führung, einen gewissenhaften und geschickten Mechaniker. Jedoch ist die aus der Unsicherheit dieses Paarschlusses entstehende Abweichung des Schreibstiftes wegen der breiten Anlage der Führung ausserordentlich gering. Bei meinem Instrumente würde der Stift nur 0,01 mm. abweichen, auch wenn das Rechteck 0,1 mm. Spielraum hätte. Bei einer stärkeren Vergrösserung wird dieser Fehler entsprechend geringer. Die völlige Geradheit der Gleitstangen ist bei der Vollkommenheit der jetzigen Drehbänke unschwer zu erzielen. Demnach lässt sich vom kinematischen Standpunkte aus a priori eine Genauigkeit von 0,02 mm. in der Registrirung garantiren. Indessen es ist Arbeit zu leisten, die aber fast ausschliesslich in der Ueberwindung der Reibung des Stiftes auf dem Papiere besteht. Es könnte daher fraglich erscheinen, ob die Dehnbarkeit des Drahtes vernachlässigt werden könnte. Angestellte Untersuchungen ergaben, dass

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

selbst bei Anwendung rauhen Papieres der totale Reibungswiderstand weit unter 100 Gr. blieb. Nimmt man 100 Gr. Widerstand an und berücksichtigt, dass die Länge des freien Gussstahldrahtes an der kleinen Rolle 12 Ctm. beträgt, so ergiebt eine einfache Rechnung, dass bei Anwendung eines Drahtes von 0,05 □mm. Querschnitt die durch Dehnung desselben veranlassten Fehler nur n. 0,012 mm. betragen, wenn n. der Vergrösserungsfaktor des Registrirapparats ist. Es steht aber nichts im Wege, den Draht noch einmal so stark zu wählen, denn einem aus der Steifigkeit desselben entspringenden Fehler ist dadurch vorgebeugt, dass der Draht etwa auf die Hälfte seiner absoluten Festigkeit angespannt ist und deshalb fast geometrisch genau die Rolle tangirt.

Die vorstehende Analyse ergiebt, dass der bei meinem Instrument in Anwendung gebrachte Registrirmechanismus, bei exacter Ausführung, die Bewegungen des Barometergefässes mit einem Fehler von höchstens 0,02 mm. auf den Schreibstift überträgt. Da nun die oben beschriebene Selbsteinstellung des Gefässes mit einem beliebig zu verringernden Fehler bei Verbindung beider Relais mit einer Spitze sogar ohne messbaren Fehler ist, so liefert der neue Apparat Streifen, welche in einer stetigen Curve alle Veränderungen des Luftdrucks während des betreffenden Monats bis ins kleinste Detail vor die Augen führen.

Die Zeit wird am Rande des Streifens durch einen zweiten aber festen Stift markirt. Der Halter dieses Stiftes ist ebenfalls ein zwischen Spitzen laufender Hebel, welcher einem justirbaren an der linken Lagerbacke der Walze befestigten Ansatz eingelenkt ist. An dem Hebel sitzt eine durch Schrauben stellbare Feder, welche auf dem Rande der Walze schleift. Durch kleine Zähne auf dem Rande wird der Stift alle drei Stunden gehoben. Dadurch erhält die gerade Linie Unterbrechungen, und alle die Punkte, wo sie wieder einsetzt, sind drei Stunden von einander entfernt. Die Lücke für 12 Uhr Nachts ist 3 mm. lang, für 12 Uhr Mittags 2 mm. Die übrigen sind nur 1 mm. lang. Der feste Stift wird selbstverständlich dem Registrirstifte genau gegenübergestellt.

Die Linie am Rande hat ausserdem noch den wichtigen Zweck, dass sie beim nachherigen Ausmessen der Curve eine genaue Marke zur richtigen Anlegung eines durchsichtigen

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Coordinaten-Maassstabs gewährt. Zu bemerken ist, dass der Papierstreifen bei sorgfältiger Anfertigung nicht über 0,5 mm. von seiner Richtung abweicht, sodass man ihn, für eine annähernde Orientirung wenigstens, von vorn herein mit Parallellinien zur Bestimmung der Barometerhöhe versehen kann.

Was endlich das Schreibmaterial anbelangt, so wurden anfangs Streifen aus sogenanntem Ellenpapier geschnitten, und schlank und scharf zugespitzte Faberbleistifte Nr. 4 verwandt. Die erzielte Curve war scharf und deutlich, doch mussten die Bleistifte alle 14 Tage geschärft werden.

Nunmehr wird Metallic-paper (Kreidepapier) verwandt mit Messingstiften. Die so erzielte Linie ist nicht nur ausserordentlich fein und dabei deutlich, sondern es erfordern die Schreibstifte nur allmonatlich eine Schärfung. Die Justirung des Stiftes nach der Schärfung ist höchst einfach. Man stellt ihn so, dass der neue Strich sich ohne Absatz an dem alten ansetzt. Natürlich nimmt man die Operation nicht bei unruhigem Wetter vor.

Die Temperaturcompensation. Die folgenden Einrichtungen beseitigen die Temperatureinflüsse nicht ganz, sondern compensiren nur für den mittleren Barometerstand. Indessen ist der verbleibende Fehler, wie aus Correktionstafeln zu ersehen, sehr gering. Er würde nur bei sehr tiefem Stande 0,1 mm. betragen, in welchem Falle er übrigens leicht abzuschätzen ist.

1) Die einfachste Temperaturcompensation wird durch Einlassen von etwas trockener Luft oder Wasserstoffgas in die Toricellische Leere erreicht. Die richtige Abmessung des Luftquantums kann vorläufig nur auf empirischem Wege festgestellt werden, da das Mariottesche Gesetz, gewiss auch das Gay-Lussac'sche Gesetz, für so niedere Spannung ihre Gültigkeit verlieren. Nachdem ich soviel Luft eingelassen, dass die dadurch bewirkte Erniedrigung des Standes etwa 20 mm. beträgt, wurden die Temperatureinflüsse unbemerkbar. Dies liess sich einmal aus einer Vergleichung mit den corrigirten Angaben eines feinen Barometers erkennen, dann aber daraus, dass die Curven durch starke und plötzliche Temperaturschwankungen keinen Sprung erhielten. In dieser Hinsicht war der April 1875 sehr günstig, welcher gegen die Regel durch dauerndes Standwetter ausgezeichnet war. Die April-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

curve ist nur wenig von einer Graden abweichend und zeigt fast nur die regelmässigen, schwachen Wellen der Tagesvariationen. Das Instrument war aber im Wohnzimmer aufgestellt, welches jeden Morgen um 8 geheizt wurde. Zwischen 8 und 9 Morgens, sowie gegen 11 Uhr Abends hätte sich ein verstärktes Steigen und Fallen zeigen müssen, da die Temperatur-Schwankungen an jenen kalten Tagen regelmässig über 10 Gr. betrugen, und einige Male die Temperatur noch um 10 Gr. weiter erhöht wurde. Die Rechnung verlangt unter Voraussetzung allgemeiner Gültigkeit des Mariotteschen und Gay-Lussac'schen Gesetzes 27 mm. Depression.

2) Folgende Einrichtung zur Temperaturcompensation ist freilich noch nicht von mir ausgeführt, aber einfach genug, um a priori beurtheilt werden zu können. Die Transmissionsstange, welche das Gefäss mit dem Stahldraht an der ersten Rolle verbindet, wird aus einem Glasrohr von der Dimension des Barometerrohres hergestellt. Dasselbe erhält eine kleine Ausbauchung, um der Ausdehnung des Barometerrohres Rechnung zu tragen. Es wird bis zur richtigen Höhe mit Quecksilber gefüllt. An dieser Stelle ist das Rohr sorgfältig ausgeschliffen und enthält einen luftdicht schliessenden Kolben, welcher durch eine Spiralfeder auf das Quecksilber gepresst wird. Um den Kolben einbringen zu können, enthält die kurze Kolbenstange eine feine Durchbohrung, welche nachträglich verschraubt wird. Die Kolbenstange wird genau, wie oben beschrieben, mit dem Registrirmechanismus verbunden. Die Funktion des Quecksilbers in der Transmissionsstange ist leicht verständlich. — Diese Temperaturcompensation ist gewiss sehr exact, weil sie eine symmetrische Anordnung gestattet und damit eine Bürgschaft für die Gleichheit der Temperatur in beiden Röhren gewährt.

Statt des Quecksilbers wird sich auch Glycerin anwenden lassen, welches wegen seines grösseren Ausdehnungscoefficienten und seiner Halbflüssigkeit die mechanische Herstellung wesentlich erleichtert.

IV. Schlussbetrachtungen.

Das im Vorhergehenden skizzirte Instrument ist mir inzwischen so fremd geworden, dass ich es einigermassen ob-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

jectiv beurtheilen und seine Entstehung verfolgen kann. Es hat mit bisherigen Apparaten der Art fast gar keine Aehnlichkeit, was auch ganz naturgemäss ist, da man sich an gegebene Constructionen durchaus nicht anlehnte und ein neues Ziel vor Augen hatte. Die Forderungen, welche der zu construirende Apparat unbedingt erfüllen sollte, waren folgende: Die Registrirung soll eine ununterbrochene sein und dabei die äusserste Genauigkeit erreichen, sodass selbst die bei unruhigem Wetter unaufhörlich stattfindenden kleinen Variationen des Luftdrucks verzeichnet werden. Dem entsprechend muss ein feiner Stift eine scharfe und deutliche Curve ziehen. Der Mechanismus soll zudem so construirt sein, dass eine namhafte Vergrösserung des Massstabs in der Zeichnung erreicht werden kann, ohne Schwierigkeit und ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit. Dass gewöhnliche Schreibmaterialien in Anwendung kommen, dass das einzuführende Papier keine Vorbereitung und Justirung seitens eines geübten Beobachters erfordern darf, ist ebenfalls ein wohl zu beachtender Umstand; ebenso, dass dem Papierstreifen eine für einen Monat und darüber ausreichende Länge gegeben werden kann. Es ist selbstverständlich, dass ein solcher Mechanismus durch Maschinenkraft getrieben werden muss, und dass das Quecksilber im Barometer unter keinerlei Umständen Arbeit leisten darf. Alle feineren Indicatoren dürfen überhaupt nicht selbst registriren, sondern müssen von Registrirmechanismus völlig unabhängig sein.

Ein Instrument, welches den vorstehenden Anforderungen genügt, kann dem von Secchi verbesserten registrirenden Wagebarometer nicht ähnlich sein, bei dem der Markirstift durch das Quecksilber selber bewegt, eine discontinuirliche Punktreihe liefert. Aehnlicher ist es schon denjenigen Instrumenten, bei denen die Wheatstone'sche Sonde in Anwendung kommt — eine Platinspitze, welche sich in bestimmten Zeitintervallen durch ein Uhrwerk bis zum Contact mit dem Quecksilber im offenen Schenkel des Heberbarometers niederbewegt, in welchem Augenblick auf elektromagnetischem Wege die Bewegung gehemmt wird. Allein auch diese Methode liefert einerseits eine discontinuirliche Curve, resp. Streifen, andererseits wird das Heberbarometer bei ununterbrochenem Gebrauch durch die Oxydation im offenen Schenkel ein unzu-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

verlässiges Instrument. Abgesehen von der photographischen Registrirung, welche gewiss nur ein Nothbehelf ist, bedienen sich die bisherigen Barographen entweder der Kraft des Wagebarometers oder der Wheatstone'schen Sonde im Heberbarometer. Auch die von Baumhauer vorgeschlagene Methode zur Registrirung des Aneroids, ist von der Wheatstone'schen principiel nicht verschieden (Pogg. Ann. CLIV,37). Ob diese zarten Mechanismen überhaupt so hergestellt werden können, dass sie genau und sicher arbeiten, müsste erst die Erfahrung zeigen; jedenfalls hat sich Baumhauer geirrt, wenn er seine Einrichtung für wohlfeil hält.

Der Haupttheil meines Instruments ist die unscheinbare Platindoppelspitze in Verbindung mit den entgegengesetzt schliessenden Relais. Ich werde diese Einrichtung fortan als „doppeltwirkende Sonde" bezeichnen, welche Bezeichnung sowohl für die Doppelspitze, als auch für die einfach mit beiden Relais verbundene Spitze gilt. Mit Erfindung dieser doppeltwirkenden Sonde war meine Aufgabe in der Hauptsache gelöst, die weitere Aufgabe bestand nur in der völligen Auswerthung des neuen Gedankens. Die doppeltwirkende Sonde vermag aber, wenn sie durch entgegengesetzt wirkende, von den Relais regulirte, Motoren bewegt wird, der Bewegung des Quecksilbers im Barometer, sowie derjenigen anderer Indicatoren, mit der grössten Genauigkeit ununterbrochen zu folgen. Ein mit der Sonde verbundener und durch die nämlichen Motoren getriebener Registrirmechanismus wird also bei exacter mechanischer Ausführung den an denselben zu stellenden Aufgaben im vollen Maasse genügen.

Die von mir ausgeführte Registrirung beim Gefässbarometer ist weit schwieriger, als bei anderen Instrumenten. Namentlich hätte sich die Registrirung des Niveaustandes im offenen Schenkel des Heberbarometers recht einfach gestaltet. Indessen sind die Gründe bereits angeführt, welche mir bei der Construction zwingend genug erschienen, für Stationsinstrumente wenigstens, nur das Gefässbarometer zu berücksichtigen: Ein exacter Registrirmechanismns gehört nothwendig zu einem exacten Barometer. Somit ergab sich nothwendig die neue Aufgabe, die völlige Umgestaltung des bisherigen Gefässbarometers.

Das oben beschriebene merkwürdige Gefässbarometer

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

wurde, nachdem erst der Hinweis gegeben, fast auf dem directesten Wege erfunden. Eine unmittelbare Erfindung durch irgend Jemand wäre höchst unwahrscheinlich gewesen, weil das Bedürfniss nicht vorlag, oder vielmehr, weil noch von keiner gewichtigen Stimme darauf hingewiesen, welche Vortheile es bringen müsste, bei constantem Volum des Vacuums die Ablesung am untern Niveau vorzunehmen. Dass aber ein nach den obigen Angaben gut ausgeführtes Gefässbarometer selbst vor den besten Instrumenten derart wesentliche Vorzüge hat, ist besprochen und wird jedem einleuchten, der dasselbe eine Zeit lang benutzen konnte. —

Der Gedanke, den Gang des Barometers hörbar zu machen, war schon von vorn herein vorhanden; derselbe ist auch nicht neu. Geissler hat namentlich ein Barometer ganz aus Glas kunstvoll hergestellt, bei dem durch fallende Quecksilbertropfen der Gang hörbar wird. Allerdings ist jene Einrichtung wenig empfindlich und versagt bei jeder Umkehr in der Bewegung der Quecksilbersäule. Bei meiner Anordnung hätte sich die akustische Signalisirung natürlich ganz von selbst ergeben müssen. Ebenso durfte man hoffen in dieser Hinsicht das Aeusserste zu erreichen, denn es müssen bei meiner Anordnung alle Aenderungen des Luftdrucks mit mikroskopischer Genauigkeit hörbar werden. Dass die akustische Seite für die Meteorologie vielleicht die wichtigste ist, wurde mir aber erst klar, als ich das fertige Instrument längere Zeit in seinem Gange beobachtet hatte. —

Neben der Erreichung des weitgesteckten Zieles hinsichtlich der Leistungen des Instruments, war bei der Construction auch ein maschinentheoretischer Gesichtspunkt massgebend, freilich unbewusst, denn das epochemachende Buch von Reuleaux*) war damals noch nicht erschienen. Da fast alle physikalischen Apparate Maschinen sind, sollten sie die Merkmale einer vollkommenen Maschine auch thunlichst zu erstreben suchen. Sie sollten nicht nur ihren Zweck vollständig erreichen, sondern vermöge ihrer Construction gegen jede zweckwidrige Bewegung durch störende Kräfte gesichert sein. Wie wenig Gewicht von den Physikern auf diese Seite gelegt wird, bekundet die Thatsache, dass so viele messende Apparate schon durch einen Luftzug oder die leiseste Erschütterung

*) Theoretische Kinematik; bei Vieweg und Sohn.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

in Unordnung gerathen, dass sie die langwierigste Justirung erfordern und in Folge dessen nur von wenigen Experimentatoren, vielleicht nur vom Erfinder, mit Erfolg benutzt werden können.

Mein Instrument ist frei von diesen Uebelständen, es braucht nur an zwei Nägeln in der Wand aufgehängt zu werden und es functionirt richtig, wenn die Klemmen dann mit den erforderlichen galvanischen Säulen verbunden werden. Die einzige Justirung, nämlich die verticale Aufhängung, berührt nur das Barometer und lässt sich mit Hülfe der dem Apparat beigegebenen verstellbaren Gehänge ohne Mühe erreichen. Der Registrirmechanismus für sich ist von der Stellung unabhängig, vorausgesetzt die den Papierstreifen spannende Rolle in einem federnden Lager fest gelegt wird. Die vorgeschriebene Bewegung kann ausser durch Unzulänglichkeit der Triebkräfte nur durch eine gewaltsame Zerstörung des Mechanismus alterirt werden.

Damit aber einer Zerstörung des Mechanismus möglichst vorgebeugt werde, hat der Constructeur allen Theilen die gehörige Solididät zu geben, die beweglichen Theile ausreichend zu gliedern und wohl zu fügen, sodass im Innern weder Spannungen noch Stösse stattfinden können. In dieser Beziehung ist mein Instrument im allgemeinen geradezu verschwenderisch ausgestattet. Dies ist aber nicht sowohl mein Verdienst, als das des Verfertigers, des Herrn Wanke hieselbst, dessen an dem Apparat bewährte Meisterschaft überall die gerechte Beachtung gefunden hat. —

Die vorstehenden Bemerkungen enthalten in der Hauptsache die bei der Ausführung meines Gefässbarometers mit stetiger Registrirung und akustischer Signalisirung massgebenden Grundsätze. In den Hauptpunkten sind meine Ansichten noch heute dieselben. Nur in Hinsicht auf die Anwendung des Heberbarometers urtheile ich jetzt nicht mehr ganz absprechend. Dasselbe bietet darin einen wesentlichen Vorzug, dass der Niveaustand im offenen Schenkel von der Temperatur nur wenig beeinflusst wird. Ich bin deshalb darüber aus, die in dieser Abhandlung beschriebene Disposition aufs Heberbarometer anzuwenden und zwar zum Gebrauch auf Reisen. Natürlich bietet die Herstellung eines selbstregistrirenden Reisebarometers in sofern besondere Schwierigkeiten, als

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Handlichkeit und Transportirbarkeit Hauptbedingungen sind. — Ausserdem werde ich versuchen das Quecksilber im offenen Schenkel auf einfache Weise vor Oxydation zu schützen, etwa durch Einführung von trocknem Wasserstoffgas. Sollte dieser Versuch gelingen, so würde auch dem ununterbrochenen Gebrauch eines solchen Instruments auf der Station nichts im Wege stehen. Allerdings würde obigem Gefässbarometer der Vorzug der doppelten Empfindlichkeit und der völligen Abwesenheit von Störungen durch veränderliche Capillardepression verbleiben.

Die Anwendung der doppeltwirkenden Sonde zur Registrirung aller meteorologischen Instrumente, auch des Quecksilberthermometers (trocken und feucht), bietet keine specifischen Schwierigkeiten. Beim Thermometer würde allerdings nur die einfache in das Rohr einzuführende Spitze in Betracht kommen können. Ich behalte es mir vor, derartige Registririnstrumente zu construiren.

Nur auf eine Vereinfachung und Verbesserung der doppeltwirkenden Sonde mit nur einer Spitze soll noch kurz hingewiesen werden. Es genügt schon ein Relais und zwar ein doppeltwirkendes, d. h. ein solches, welches beim Anziehen den Strom für das eine Maschinchen, beim Loslassen des Ankers den zweiten Strom schliesst. Durch dieses Relais wird auch die Astatie einigermassen beseitigt. Wenn nämlich die Spitze das Quecksilber sozusagen nur halb berührt, wird der Anker des Relais von dem hintern Contact abgezogen, ohne dass er den vorderen erreicht; in dieser Lage sind also beide Motoren in Ruhe. Dass diese Sonde mit mikroskopischer Genauigkeit allen Bewegungen folgen muss, ist einleuchtend, namentlich da, wo ein polirtes Platinplättchen an Stelle des Quecksilbers den Stromübergang vermittelt.

Zum Schluss sei es mir gestattet, auf das interessante Factum hinzuweisen, dass in der Art und Weise der Selbsteinstellung meines Gefässbarometers, wie sie oben beschrieben wurde, ein neues Princip zur Herstellung kraftmessender Apparate, Indicatoren, verborgen ist. Es lässt sich dasselbe characterisiren als die Umwandlung der ihrer Natur nach beweglichen Indicatoren in statische durch eine symmetrische, an eine sozusagen spontane Maschinenbewegung geknüpfte, Gegenkraft. Die Bewegung der druckanzeigenden Quecksilber-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

säule in meinem Gefässbarometer z. B. ist aufgehoben durch den Gegendruck des Quecksilbers im Gefäss, welcher seinerseits durch die machinale Gleitbewegung des Gefässes hervorgerufen wird; die Regulirung der letzeren Bewegung übernimmt die elektrische Sonde. Ich hoffe andernorts in einer besonderen maschinentheoretischen Abhandlung das Wesen und die Bedeutung des gedachten Princips klar zu legen, welches ausserdem ein ungemeines philosophisches Interesse erweckt durch die eigenthümliche Regulirung der Maschinenbewegung, was in der aufgestellten Definition durch das Wort spontan ausgedrückt werden sollte.

Nur ein Vortheil, welcher mit der Auswerthung des neuen Princips zu erreichen ist, sei an dieser Stelle berührt, weil damit noch zu einigen sachlichen Bemerkungen in Bezug auf das besprochene Instrument Gelegenheit gegeben wird. Dieser Vortheil liegt in der Beseitigung des störenden Einflusses der Trägheit des Indicator-Zeigers. Denken wir beispielsweise bei unserm Instrument statt der beschriebenen elektrischen Maschinchen Motoren in Anwendung gebracht, welche eine Gegenbewegung von grosser Geschwindigkeit erzeugten, so müssten die rapidesten Oscillationen des Luftdrucks, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen durch die Trägheit des Quecksilbers verhüllt, ja kaum sichtbar würden, nicht nur deutlich hervortreten, sondern auch genau registrirt werden, auch wenn sie mehrere Centimeter betrügen und dutzendweise in der Secunde einträten. Da indessen die Natur derartige Schwankungen des Luftdrucks nicht bietet, so dürfte die verhältnissmässig langsame Bewegung, wie sie mein Instrument erzielt, durchaus hinreichen. Bei Gewittern wenigstens konnte es, auch wenn eine schwache Batterie angewandt wurde, stets bequem folgen, obgleich der Druck sich binnen 4 Minuten oft um 1 mm. steigerte. Auch für die noch schnelleren Schwankungen, wie man sie auf der Grönländischen Expedition der Germania beobachtete, werden, unter Voraussetzung einer kräftigen Batterie, die beschriebenen Maschinchen noch vollkommen ausreichen. Falls es indessen erforderlich wäre, liesse sich ohne eingreifende Constructionsänderungen auch eine 4mal schnellere Bewegung herausbringen. Uebrigens sei ausdrücklich bemerkt, dass ich bei der Construction nur daran dachte, den Mechanismus zur Registrirung der stärksten bislang beobachteten

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Schwankungen tauglich zu machen. An die Trägheit des Quecksilbers geschweige denn an die Beseitigung ihres störenden Einflusses, dachte ich nicht. Erst kürzlich führte mich eine, durch das bereits citirte Buch Reuleaux's angeregte, maschinentheoretische Analyse meines Instruments zur Auffindung des soeben berührten Princips. Wenn ich also erst heute zum tieferen Verständniss des vor 2½ Jahren von mir selbst construirten Mechanismus gelangt bin, so liegt wieder ein Beispiel vor für die in der Geschichte der Maschine so häufige Erscheinung, dass die Praxis unbewusst Ideen gestaltet, deren Existenz und Wesen erst spät erkannt wird.

Osnabrück, den 1. Januar 1877.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins Osnabrück

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Müller Friedrich Carl Georg

Artikel/Article: Ueber ein neues signalisirendes und selbstregistrirendes Gefässbarometer 23-40