

Ueber Breguet'sche Spiralthermometer für Vorlesungszwecke und über sehr empfindliche Hygrometer nach gleichem Princip

von

Prof. W. Holtz.

Man muss bei einem Thermometer zweierlei, nämlich seine Empfindlichkeit und seine Beweglichkeit unterscheiden. Quecksilberthermometer, können bei grosser Kugel und enger Röhre sehr empfindlich sein, aber sie sind träge, weil das Glas schlecht leitet und das Quecksilber eine grössere Masse ist. Sie sind für manche Zwecke deshalb ganz unbrauchbar; z. B., um die Temperaturerhöhung bei Compression der Luft nachzuweisen, weil die erzeugte Wärme sich schneller verliert, als das Thermometer eine wahrnehmbare Anzeige machen kann. Ausserdem sind sie wenig tauglich für Vorlesungszwecke, weil der Quecksilberstand nur in der Nähe zu erkennen ist. Aus diesen Gründen wendet man auch mit Vorliebe für strahlende Wärme die Thermomultiplicatoren an, aber sie machen die Versuche complicirt, jedenfalls complicirter als für Vorlesungen wünschenswerth ist. Nun giebt es aber Thermometer, welche bei grosser Empfindlichkeit eine eben so grosse Beweglichkeit besitzen können. Ich meine die Breguet'schen Spiralthermometer. Wenn sie gleichwohl nur wenig im Gebrauche sind, so muss dies daran liegen, dass man sie durchschnittlich nicht zweckmässig construirt. So dachte ich wenigstens und wurde hierdurch veranlasst ihrer Construction und Anwendung eine grössere Aufmerksamkeit zu schenken.

Ein solches Thermometer ist bekanntlich ein aus zwei Metallen, namentlich aus Platin und Silber zusammengewalzter Streifen, spiralförmig in Gestalt eines Cylinders

gewickelt, oben aufgehangen, unten mit einem Zeiger armirt. Es ist klar, dass bei gleicher metallischer Zusammensetzung das Thermometer um so empfindlicher ist, je länger die Spirale und um so beweglicher, je kleiner ihre Masse ist. Dies und namentlich die letztere Beziehung schien mir bei den käuflichen Instrumenten nicht genügend beachtet zu werden. Jedenfalls beschloss ich zu versuchen, wie empfindlich und wie beweglich ein derartiges Instrument überhaupt herstellbar und wieweit solches noch praktisch sei.

Mein erster Gedanke war, dünne aus zwei Metallen bestehende Streifen auf galvanischem Wege herzustellen. Ich führte ihn aus, indem ich schmale Streifen sogenannten Rauschgoldes auf enge Glasröhren wickelte und galvanoplastisch mit Eisen überzog. Ich will die mancherlei Vorsichtsmassregeln, welche hierbei nöthig sind, nicht weiter ausführen, sondern nur kurz bemerken, dass die so gewonnenen Spiralen keineswegs unbrauchbar waren, jedoch den Fehler hatten, dass sie nicht constant blieben, sich vielmehr bleibend etwas erweiterten, wenn man sie länger gebrauchte. Da sich auch andre galvanische Niederschläge nicht günstiger gestalteten, so musste ich auf die gewöhnliche Methode der Plattirung recurriren. Ich bestellte bei Sy & Wagner*) Plattirungen aus je zwei Metallen, welche sich möglichst in ihren Ausdehnungscoefficienten unterschieden, in Gestalt 3 Centim. breiter möglichst langer und möglichst dünner Streifen, aber es zeigte sich, dass solche nur schwer herstellbar waren. Die einzig brauchbaren Stücke von gewünschten Dimensionen war die bereits bekannte Platin-Silber-Plattirung. Ich erhielt sie in Streifen von 135 Centim. Länge und 0,02 Millim. Dicke und zwar von zwiefacher Qualität. Zur einen war völlig reines, zur andern nicht völlig reines Silber verwandt. Ich ziehe die letztere vor, weil sie, wenn auch vielleicht etwas weniger empfindlich, doch gegen mechanische Angriffe widerstandsfähiger ist. Ich habe später noch verschiedene andere Stärken derselben Plattirung versucht, glaube jedoch die eben genannte für den vorliegenden Zweck am meisten empfehlen zu können. Das Gramm stellt sich auf 1 Mark, so dass ein Streifen von

*) Gold- und Silberwaarenfabrik, Berlin, Kronenstr. 28.

obigen Dimensionen etwa 12 Mark kostet; aus einem solchen lassen sich aber 10—12 Spiralen gewinnen, da jede einzelne nur 2 Millim. breit zu sein braucht. Man erhält das Blech von der Fabrik, wie es die Walzen verlässt, d. h. aufgerollt, und es muss dasselbe zunächst vorsichtig auf einem Tische ausgebreitet werden. Dies geschieht am einfachsten durch Belastung mit mehreren Büchern. Hierbei entstehende Knickē sprechen sich später in einer Missgestaltung der Spiralen aus. Um von dem breiteren Streifen dann einen 2 Millim. breiten abzuschneiden, zieht man das eine Ende mit der linken Hand über die Tischkante hinaus, und lässt das Blech in selbiger Hand sich wieder aufrollen, während der schmale Streifen nach und nach abgeschnitten wird. Das Schneiden geschieht am besten mit einer guten Nagelscheere und nach Augenmass; ein Vorreißen mit Lineal ist unthunlich, da das Blech nie gradlinige Kanten hat. Wer Streifen von annähernd überall gleicher Breite schneiden will, möge nicht versäumen, an anderem Materiale die nöthigen Vorübungen zu machen. Der abgeschnittene Streifen ist vor Einknickungen und Verschlingungen zu bewahren, wenn die zu wickelnde Spirale keine Formfehler erhalten soll. Um nun die Aufwicklung vorzunehmen, wird das eine Ende mit Bindfaden, Siegellack oder Wachs an einer engen Glasröhre oder einem graden Stahldrahte befestigt. Hierauf dreht man diesen langsam mit der Linken, während man den Streifen immer mit gleicher Spannung zwischen Daumen und Zeigefinger der Rechten laufen lässt. Anfangs müssen die Windungen an einander, aber nie auf einander liegen; ist man über die Hälfte, so lässt man zwischen ihnen nach und nach einen grösseren Zwischenraum bestehn. Ist Alles aufgewickelt, so giebt man das Ende frei, der aufschnellenden Spirale mit der Hand folgend, damit sie nicht theilweise vom Stabe geschleudert wird. Wieviel sich die Spirale hierbei erweitert, hängt von der Dicke des Stabes ab. Bei 1 Millim. Dicke wird sie nur wenig weiter, bei 2 Millim. Dicke dagegen schon doppelt so weit. Bei einer Stabdicke von 5—6 Millim. ist bei so dünnen Streifen, wie angegeben, gar keine bleibende Spirale mehr zu gewinnen. Mit der Weite der Windungen verringert sich natürlich ihre Anzahl. Für den Effect ist dies

freilich ganz gleichgültig, wie sich aus mehrfachen Versuchen ergeben hat. Ich meine die Empfindlichkeit des Instrumentes bleibt dieselbe, ob ein Streifen zu einer langen, engen, oder zu einer kurzen, weiten Spirale gewickelt ist. Allzu lange Spiralen aber sind unbequem, allzu weite geben schon einer minimalen Belastung übermässig nach und bleiben hierbei scheinbar nicht ganz constant. Nach alledem scheint mir eine Stabdicke von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Millim. die zweckmässigste zu sein.

Hiernach handelt es sich um die Wahl des Stativs, an welchem die Spirale befestigt werden soll. Fig. 1 zeigt ein besonders einfaches, welches gleichwohl nach gewisser Richtung sehr brauchbar ist. Die Spirale hängt an einer kurzen Glasröhre, und diese steckt in einem Korke, der in und auf einem Holzstäbchen drehbar ist. Die Enden des letzteren umfassen zwei dünne Glasstäbe und ruhen auf kleinen Korken, die auf jenen verschiebbar sind. Der Vortheil dieses Stativs ist, dass man ohne Mühe eine längere Spirale durch eine kürzere ersetzen kann. Dagegen eignet sich besser das Stativ Fig. 2, wenn eine Glasglocke die Spirale bedecken soll. Ein oben bogenförmig gewölbter Messingstreifen ist mit seinen unteren Enden an einem Messingringe befestigt; oben hat jener eine Oeffnung, in welcher ein Kork drehbar ist, welcher das Glasröhrchen mit der Spirale hält. Das Stativ hat den Vortheil, dass man es mit Holzfuss gebrauchen, aber auch für weiter anzugebende Versuche auf eine Glasscheibe stellen kann. Soll das Thermometer auch auf galvanische Ströme reagiren, so muss noch dafür gesorgt werden, dass die Spirale mit dem Halter metallisch communicirt. Dann hängt die Spirale besser an einer kurzen Messingröhre, welche sich federnd in einer weiteren verschiebt, die im Kopfe des Halters sitzt. Die sonst üblichen Stative sind einseitige Halter. So lange und dünne Spiralen wie die vorliegenden sind dabei aber leicht Erschütterungen ausgesetzt. Bei den üblichen Stativen fehlt auch meines Wissens die Verschiebbarkeit. Hier ist sie nöthig, weil eine grössere Temperaturdifferenz solche Spiralen erheblich länger oder kürzer macht.

Das Röhrchen oder Stäbchen, an welchem die Spirale hängt, muss gut in der letzteren passen. Die Befestigung ist dann leicht zu bewirken; sie geschieht am einfachsten mittelst

Wachs, wo keine galvanische Leitung nöthig ist. Hängt die Spirale, so sucht man grössere Missgestaltungen vorsichtig durch Biegen zu beseitigen, kleinere lässt man besser, wie sie sind.

Hiernach handelt es sich um den Zeiger und seine Befestigung. Derselbe muss aus mehrfachen Gründen so leicht wie möglich sein. Am besten ist ein 1 Millim. breiter möglich dünn gehämmerter Streifen von Aluminiumblech. Seine Länge ist gleich dem Durchmesser des eingetheilten Kreises, die er bestreichen soll. Seine Befestigung kann auf zwiefache Weise bewerkstelligt werden. Man setzt an die Mitte desselben ein kurzes dünnes Drathstück gekreuzt, dessen oberes Ende flach gehämmert ist, indem man beide Theile wiederholt kreuzweise mit sehr feinem Drahte umwickelt (Fig. 3). Das flache Ende wird dann umgebogen und über das unterste Ende der Spirale gehängt, nachdem letzteres einwärts gekrümmt, so dass der Drath möglichst in der Verlängerung der Axe liegt. Steht dann gleichzeitig der Zeiger horizontal, so werden beide Theile mit einer kleinen Zange fest auf einander gepresst. Später wird dann die Spirale soweit gesenkt oder gehoben, dass das untere Drathende eben die Unterlage berührt und zwar am besten ein kleines Blechstück, in welches eine rundliche Vertiefung getrieben ist. Für galvanische Zwecke ist die eben gedachte Befestigung des Zeigers eine Nothwendigkeit, und muss Drath und Blech dann aus Platin bestehn, und es kann, wenn der Contact mangelt, mit einem Quecksilbertröpfchen nachgeholfen werden. Aber auch sonst hat sie den Vortheil, dass die Spirale unten eine Stütze und zugleich einen festen Drehpunkt hat, ohne dass bei exacter Einstellung ihre Empfindlichkeit irgend wie beeinträchtigt wird. Nur ist es unbequem, dass man beim Transport das untere Ende der Spirale hochheben und festhalten muss, damit sich der Zeiger nicht verschiebt und verbiegt, was gleichwohl nicht immer zu verhüten ist. Die zweite Art der Befestigung geschieht so, dass man in das untere Spiralende ein genau passendes Pflöckchen aus Sonnenblumenmark steckt und durch Auflösung von Kautschuck fixirt. Ein kleiner Theil des Pflöckchens muss jedoch aus der Spirale hervorragen, und durch diesen wird genau wagerecht die Hälfte einer Perlnadel gesteckt. Der Aluminiumstreifen, welcher als Zeiger fungiren soll, ist

in seiner Mitte einige Male mit einem feinen Drathstück umwickelt, dessen Enden mit kleinen Häkchen versehen parallel zu einander nach oben gebogen sind (Fig. 4). Man braucht jene nur über das Nadelstück der Spirale zu hängen, damit der Zeiger hinreichend befestigt sei. Der Vortheil ist, dass man den letzteren für gewöhnlich oder beim Transport des Instrumentes abhängen, auch eventuell durch einen andern speciell für Vorlesungszwecke mit Papierfähnchen armirten vertauschen kann.

Nun stellt sich aber für so bewegliche Spiralen, wie die vorliegenden noch ein weiteres Bedürfniss heraus, nämlich, dass bei den meisten Anwendungen der Zeiger sein besonderes Gehäuse besitzen muss. Die Spirale muss im allgemeinen frei hängen, damit der Wärmeaustausch möglichst ungehindert sei, der Zeiger jedoch darf dies nicht, weil schon der geringste Luftstrom ihn in Bewegung versetzt. Das einfachste ist ein den Theilkreis umschliessender Glasring, 1—2 Centim. hoch, auf den Holzfuss des Instrumentes gestellt, genau abgeschliffen und bedeckt mit einer Spiegelglasscheibe, welche in der Mitte ein Loch hat und aus zwei Theilen besteht. Das letztere muss dann so gross sein, dass sich die Spirale frei in ihm bewegt. Man kann aber auch bei abhängbarem Zeiger, wenn es nichts ausmacht, das Instrument um einige Centimeter höher zu machen, die Drahtenden des Zeigers zunächst auf eine längere Strecke drelliren und hierauf mit ihren Häkchen von einander biegen (Fig. 5). Das Loch kann dann viel kleiner sein, und die Spirale hängt auch mit ihrem untersten Ende frei. Für Vorlesungszwecke ist es nun aber wünschenswerth, dass speciell Theilkreis und Zeiger so gross wie möglich sei, also auch das Zeigergehäuse, was im andern Falle wieder unbequem ist. Ich habe daher eine Einrichtung getroffen, welche ich besonders empfehlen kann, dass sich nämlich dasselbe Instrument sowohl mit grossem als kleinem Zeiger gebrauchen lässt. Hierzu dient das Stativ Fig. 2; und der Zeiger ist selbstredend abnehmbar. Ist er klein, so bringe ich das Zeigergehäuse im Innern des am Fusse des Stativs befindlichen Messingringes an. Fig. 6 zeigt diese Einrichtung. Für den grösseren Zeiger besitze ich ein Gehäuse, das aus Spiegelglasscheiben und einem 26 Centim. weiten Glasringe

besteht. Der Ring ist seiner besseren Darstellung halber 5—6 Centim. hoch. Ich habe beiläufig bemerkt, solche und noch grössere Ringe zu solidem Preise von Warmbrun & Quilitz*) bezogen, die Spiegelglasscheiben dagegen von Spinn & Co.***) Das ganze Gehäuse stellt sich etwa auf 9—10 Mark. Das Stativ wird nun auf das Gehäuse selbst gestellt, wie es in Fig. 7 veranschaulicht ist. Der Zeiger hat diesmal eine besondere Einrichtung, damit er bei seiner grossen Länge noch leicht genug sei. Er besteht ganz aus feinem, höchstens 0,1 Millim. dicken Eisendrath, wie ich ihn für Glühversuche mit Leydner Flaschen zu benutzen pflege. Die Einrichtung sieht man am besten aus Fig. 8. An seinen Enden sitzen minimale Sonnenblumenmarkstückchen, mit Papierstreifen armirt. Er ist so leicht, dass selbst bei plötzlicher Einwirkung der Wärme keine Oscillationen entstehen.

Soll das Instrument zugleich für strahlende Wärme dienen, so muss die Spirale noch an ihrer Aussenseite einen Anstrich erhalten. Dies geschieht am besten mit chinesischer Tusche wenn jene eben gewickelt noch fest auf dem Stahldrathe sitzt. Am besten ist es übrigens, wenn man zwei Spiralen, von welchen nur die eine geschwärzt ist, zur Verfügung hat.

In Ansehung der Wirkungen nun galt es zunächst festzustellen, wie gross die Empfindlichkeit eines solchen Instrumentes sei. Für diesen Zweck hing ich neben die Spirale ein gewöhnliches Thermometer und deckte eine Glasglocke über beide. Dann schrieb ich zu verschiedenen Tageszeiten wiederholt die beiderseitigen Angaben auf. Es zeigte sich, dass eine Temperaturschwankung von 1° C. einen Ausschlag von 60 Graden gab. Eine Schwankung von 6° Celsius würde also eine ganze Umdrehung des Zeigers bewirken. Dieses gilt wenigstens innerhalb der üblichen Zimmertemperaturen. Für höhere oder niedere Temperaturen dürfte voraussichtlich eine andere Beziehung gelten. Jedenfalls können bei einem Theilkreis von 26 Centim. noch leicht Sechzigstel von Celsiusgraden abgelesen werden. Die grosse Empfindlichkeit des

*) Glaswaarenhandlung und Handlung physik. und chem. Apparato, Berlin, Rosenthalerstr. 40.

*) Spiegelwaaren-Manufactur, Berlin, Leipzigerstr. 83.

Instrumente hat freilich auch einen Uebelstand, zumal, wenn man mit der geschwärzten Spirale operirt. Man darf nicht vergessen, dass die menschliche Wärme schon in grösserer Ferne den Ausschlag variirt. Bei gewöhnlicher Temperatur bringt schon die Annäherung eines Menschen auf 2 Meter Entfernung einen Ausschlag hervor. Der Experimentator muss während eines Versuches also möglichst seine Stellung behaupten, wenn er wohl gelingen soll. Was die Empfindlichkeit für galvanische Ströme anlangt, so bringt schon ein heterogenes Dräthepaar einen merklichen Ausschlag hervor. Bei einem kleinen Plattenpaare las ich bei einer Stromstärke von $\frac{1}{20}$ Ampère einen Ausschlag von 40 Graden ab.

Die grosse Beweglichkeit des Thermometers äussert sich darin, dass alle Ausschläge fast im Momente der Einwirkung erfolgen. Dies zeigt sich am besten bei strahlender Wärme, weil man diese plötzlich abschliessen und ebenso plötzlich einwirken lassen kann. Besonders eklatant ist der folgende Versuch. Man stelle einen Gasbrenner, am besten mit leuchtender Flamme, in gewisser Entfernung von der geschwärzten Spirale auf, lasse das Gas ausströmen und entzünde es mittelst eines elektrischen Funkens. Im Momente, wo die Flamme erscheint, schlägt auch der Zeiger aus. Ebenso plötzlich ist seine rückgängige Bewegung, sobald ein Blechschirm in den Weg der Strahlen geschoben wird.

Wegen letzterer Eigenschaft ist das Instrument denn auch besonders geeignet, die durch Compression oder Dilation bewirkten Temperaturveränderungen nachzuweisen. Man hat Breguet'sche Spiralen hierzu bereits angewandt, aber in einer Weise, welche mir wenig empfehlenswerth scheint. Die Spirale wurde nämlich in den unteren Theil eines Messingcylinders versetzt, welcher mit einem Kolben bewaffnet selber als Pumpapparat dient, und konnte durch zwei mit Glas verschlossene Oeffnungen beobachtet werden. Abgesehen davon, dass solche Beobachtung Manches zu wünschen übrig lässt, kann die Spirale auch nur verhältnissmässig kurz und muss verhältnissmässig dick genommen werden, letzteres, weil die Kolbenbewegung sie sonst in Schwankungen bringen würde. Zweckmässiger ist es jedenfalls Spirale und Pumpwerk zu trennen, um so mehr, als jeder Blasebalg und

selbst der Mund als solches wirken kann. Man könnte das Thermometer einfach unter den Recipienten einer Luftpumpe stellen; und dies ist auch am einfachsten, wo die Pumpe so stabil ist, dass bei ihrer Bewegung keine Erschütterungen entstehn. Wo dies, wie in den meisten Fällen, nicht zutrifft, scheint mir die folgende Einrichtung am zweckmässigsten zu sein. Eine dem Stativ Fig. 2 angepasste mit Tubus versehene Luftpumpentellerglocke wird über das Thermometer auf eine runde Spiegelglasscheibe gestellt. Eine dünne Fettschicht sorgt für genügende Dichtung, während der Tubus mittelst eines zwiefach durchbohrten Gummistöpsels verschlossen wird. In seiner einen Oeffnung steckt ein kleines Manometer, in der andern eine Röhre, von der ein Gummischlauch nach einem auf dem Tische liegenden Blasebalge führt. Ein Gummiballon mit zwei Ventilen ist hierzu am brauchbarsten, damit man, jenachdem man ihn wendet, sowohl verdichten als verdünnen kann. Noch liegt auf dem Tische zwischen Ballon und Glocke eingeschaltet ein Glashahn. Alles ist darauf berechnet, dass während der Manipulationen die Glocke nicht erschüttert wird. Fig. 9 zeigt das ganze Arrangement. Eine einzige Bewegung des Ballons giebt leicht einen Ueberdruck von 1 Centim. Quecksilberhöhe, und bei einer solchen las ich einen Ausschlag von 30 Graden ab. Das würde eine Temperaturerhöhung von $\frac{1}{2}^{\circ}$ Celsius bedeuten, während sich theoretisch freilich die doppelte ergibt. Dies erklärt sich, wenn man bedenkt, dass die Spirale immer noch eine gewisse Masse hat und also einer gewissen Zeit zu ihrer Erwärmung bedarf, während dessen sich ein Theil der erzeugten Wärme durch Mittheilung an Stativ und Glocke oder durch Ausstrahlung verliert. Wurde der Hahn geschlossen, wie es nach jeder Compression geschehen muss, so bleibt der Ueberdruck bestehn, während sich die Wärme nach und nach vollständig verliert. Man sieht dies an dem Rückgange des Zeigers, welcher durchschnittlich nach einer halben Minute wieder seine alte Stellung hat. Zieht man den Hahn jetzt aus dem Hahnstücke heraus, so schlägt der Zeiger in Folge der Luftverdünnung um 30 Grade nach entgegengesetzter Seite aus. Dasselbe geschieht natürlich, wenn man von vornherein, anstatt zu verdichten, auf 1 Centim. Unterdruck

verdünnt. Bei stärkerer Verdünnung hat man sich davor zu hüten, dass das Quecksilber des Manometers in die Glocke fliesst, weil es leicht die Spirale verderben würde, und bei stärkerer Verdichtung, dass nicht Glocke und Scheibe von einander reissen, wobei erstere vielleicht umgeworfen würde. Wie weit man gehen darf, kann durch Vorversuche leicht ermittelt werden. Bei einem Durchmesser von 12 Centim. dürfte ein Abreissen bei 3 Centim. Ueberdruck zu befürchten sein. Uebrigens liegt kein Grund vor, den Apparat solchen Gefährdungen auszusetzen, da Ausschläge von 30--60 Grad für Vorlesungszwecke völlig genügen. Zur Herausnahme des Thermometers schiebt man dieses mit der Glocke soweit über die Glasscheibe hinaus, dass man jene bequem abheben kann.

Die Versuche über strahlende Wärme bedürfen eventuell einer kleinen Abänderung, wenn sie besonders gut gelingen sollen. Es handelt sich darum, dass die Gestalt der empfindenden Fläche genügend berücksichtigt wird. Bei einem Quecksilberthermometer oder einer Thermosäule ist dies ein kleines rundes oder quadratisches Stück, bei einer Breguet'schen Spirale ist sie linear oder doch bei grosser Schmalheit unverhältnissmässig lang gestreckt. Der bekannte Hohlspiegelversuch muss daher modificirt werden. Ist der strahlende Körper eine Kugel, so muss diese im Brennpunkte eines sphärischen Spiegels verbleiben, die Spirale aber muss in der Brennpunktlinie eines Cylinderspiegels hängen, wenn ihre ganze Länge ausgenutzt werden soll. Wer daran Anstand nimmt, dass die Anordnung hierdurch unsymmetrisch wird, mag statt der Kugel einen stabförmigen Körper verwenden und ihn gleichfalls in die Brennpunktlinie eines Cylinderspiegels stellen. Der Effect wird hierdurch kaum beeinträchtigt werden. In diesem Falle gehn zwar diejenigen Strahlen, welche nicht horizontal laufen, meist für die Spirale verloren, aber die Zahl der Strahlen ist wegen der Länge des strahlenden Körpers soviel grösser geworden. Zwei Cylinderspiegel sind sehr leicht zu beschaffen. Man braucht nur zwei Stücke recht blanken Weissbleches in die richtige Form zu biegen und an Holzklötzchen zu schrauben, welche der Rundung des Bleches entsprechend ausgeschnitten sind. Der Stab, am besten ein

Eisenstab mit Holzfuss, wird vor dem Versuche über einer Flamme mässig erwärmt. Man erhält das Arrangement, wie es Fig. 10 darstellt. Man gewinnt hiermit leicht in 2 Meter Entfernung Ausschläge von mehr als 180 Grad, und kann zugleich zeigen, dass die Ausschläge nur dann so gross sind, wenn der Stab die richtige Stellung hat. Für das grosse Zeigergehäuse arrangirt sich der Versuch so, dass man den einen Spiegel zugleich mit dem Thermometer auf dieses stellt und für den zweiten Spiegel eine entsprechend hohe Unterlage schafft. Diese Anordnung ist ungleich vortheilhafter, schon um deswillen, weil der Spiegel den Zeiger nicht verdecken kann. Andere Versuche über strahlende Wärme z. B. jene mit dem Leslie'schen Würfel brauchen kaum abgeändert zu werden.

Einer Erscheinung muss ich noch gedenken, welche jedem, der mit Breguet'schen Thermometern operirt, sofort in die Augen fallen muss, und welche, wenn sie auch nicht unerklärlich ist, auf den ersten Blick doch etwas Frappantes hat. Ein Thermometer mit Glasglocke zeigt nämlich allemal einen höheren Stand, als wenn es unbedeckt ist, und zwar ändert sich der Stand während der Zeit, in welcher die Glocke abgehoben oder aufgesetzt wird. Das Material der Glocke scheint ohne Bedeutung, wenigstens habe ich bei Metallhüllen ähnliche Abweichungen bemerkt, auch macht es scheinbar keinen Unterschied, ob die Lufttemperatur in langsamer Zu- oder Abnahme begriffen ist. Die Differenz beträgt durchschnittlich bei gewöhnlicher Zimmertemperatur 1^o Celsius, so dass der Zeiger um circa 60 Grade schwankt. Ich zweifle nicht, dass sich Quecksilberthermometer ähnlich verhalten, d. h. dass sie in ummantelten Räumen im allgemeinen höher stehen; aber wegen ihrer geringeren Empfindlichkeit und Beweglichkeit muss sich diese Erscheinung eher der Beobachtung entziehen. Uebrigens scheint mir die Sache im Hinblick auf die mancherlei Anwendung von Gehäusen bei Thermountersuchungen wichtig genug, um sie einer weiteren Prüfung zu unterziehen.

Ich komme nun zur Construction der Hygrometer. Es lag nahe, das Princip der Breguet'schen Spiralen zur Anfertigung auch solcher Instrumente zu verwenden. Es handelt sich nur darum aus zwei Stoffen, deren einer hygroskopischer

als der andere, oder besser noch aus einem hygroskopischen und einem nichthygroskopischen eine Spirale zu formiren. Hierbei ist freilich vorausgesetzt, dass der hygroskopische Stoff organisch ist, weil nur solche bei Feuchtigkeitsänderung Formveränderungen erleiden. Nach verschiedenen Versuchen glaube ich endlich das beste gefunden zu haben, indem ich eine dünne Messingspirale äusserlich mit einer dünnen Leimschicht überziehe. Wer dies schnell nachmachen will, mag sich 2 Millim. breite Streifen aus recht starkem Rauschgold schneiden, die dann um 1 Millim. dicke Dräthe aus Stahl zu wickeln sind. Die Spiralen werden jedoch mangelhaft, weil das Rauschgold zu dünn und voller Kniffe ist, und die Streifen nebenbei nicht lang genug sind. Ich liess mir daher bei Sy & Wagner einen Streifen Messingbleches walzen, 150 Centim. lang und 0,04 Millim. dick. Die hieraus geschnittenen Spiralen wirkten vorzüglich, doch glaube ich, dass eine Blechdicke von 0,03 Millim. noch günstiger ist, Beim Schneiden der 2 Millim. breiten Streifen und bei der Wickelung verfährt man genau, wie früher angegeben ist; aber giebt das Ende nicht frei, wenn die Wickelung beendet, sondern bindet es mit feinem Drahte an dem Stabe fest. Hierauf steckt man denselben in eine hinreichend lange und weite an ihrem unteren Ende verschlossene Glasröhre, die man mit verdünnter Kalilauge füllt. Nach halbstündiger Einwirkung steckt man ihn in ein weites Gefäss mit Wasser oder spült ihn minutenlang mit letzterem ab. Dann legt man ihn auf Fliesspapier und trocknet ihn vollends in heisser Luft, am einfachsten oberhalb eines eisernen Ofens, wobei er zugleich die nöthige Erwärmung erfährt. Die Hauptsache ist aber, dass die Spirale selbst ganz unberührt bleibt, damit an ihrer Oberfläche nicht wieder fettige Stellen entstehn. Inzwischen hat man Gelatine oder gewöhnlichen Tischlerleim von mittlerer Consistenz durch Erwärmung hinreichend flüssig gemacht. Diesen streicht man nun mit einem weichen Pinsel, während der Stab mit der Spirale beständig in heisser Luft verbleibt, der Länge nach möglichst gleichmässig auf. Dies muss schnell gescheln, und ebenso schnell muss dann das Ende frei gegeben werden, damit die Spirale sich erweitern kann, bevor der Leim erstarrt. Man löst dann auch das

andere Ende und hängt die Spirale provisorisch an einem Ständer auf, das untere soweit beschwerend, dass sich benachbarte Windungen nicht berühren. Nimmt man später die Belastung fort, und es findet noch eine Berührung statt, so zieht man die betreffenden Stellen ein wenig aus. Man kann für solche Spiralen dann dieselbe Einrichtung der Zeiger und dieselben Stative verwenden, welche ich oben beschrieben habe. Ich pflege auch dasselbe grosse Zeigergehäuse für ein darüber befindliches Thermometer ebenso wie für ein Hygrometer zu benutzen.

Während die Empfindlichkeit des Thermometers unabhängig von der Weite der Windungen ist, ist dies beim Hygrometer nicht der Fall; sind letztere weiter, so ist es empfindlicher. Dies liegt wohl daran, dass wir hier nur eine formändernde Substanz haben, und zugleich daran, dass diese verhältnissmässig weich ist und bei ihrer Formänderung nur geringe Widerstände überwinden kann. Eine Metallspirale aber bietet einen grösseren Widerstand, wenn sie bei sonst gleicher Beschaffenheit engere Windungen hat. Bei Spiralen, welche ich um 2 Millim. dicke Stäbe wickelte, war der Ausschlag nur etwa $\frac{2}{3}$ so gross, als wenn der Stab die doppelte Dicke hätte. Es ist klar, dass die Dicke des Bleches und die Consistenz des Leimes die Empfindlichkeit mit bedingen muss.

Jedenfalls ist die Empfindlichkeit der von mir hergestellten Hygrometer so gross, dass sie kaum etwas zu wünschen übrig lässt. Schon bei einmaliger Behauchung, wenn man tief ausathmet, kann man leicht einen Ausschlag von 180 Graden gewinnen. Bei gleicher Operation rückt ein Klinkerfues'sches Haarhygrometer nur um wenige Skalentheile vor.

Ebenso gross ist die Beweglichkeit des Instrumentes, da die Ausschläge auch hier fast unmittelbar der Einwirkung folgen. Es ist nur wunderbar, dass die Leimschicht so schnell die Feuchtigkeit aufnehmen und wieder von sich geben kann.

Wie weit die Constanz solcher Hygrometer reicht, habe ich bisher noch nicht constatirt. Soweit ich sie beobachtet, habe ich freilich keinen Mangel entdecken können. Ich glaube jedoch wohl, dass sie nach längerer Zeit namentlich bei grossen Feuchtigkeitsänderungen unbeständig

werden. Ich will hierauf bezügliche Versuche noch anstellen, indem ich sie abwechselnd in absolut trockne und absolut feuchte Räume bringe.

Aber selbst schlimmsten Falls dürften sie immer nützlich sein, nicht bloss für Vorlesungszwecke, sondern auch für wissenschaftlichen Gebrauch, um Aenderungen der Luftfeuchtigkeit zu verfolgen, welche so klein sind, dass sie sich sonstiger Beobachtung entziehn.

Nebst andern diesen Gegenstand betreffenden Versuchen bin ich noch mit der Frage beschäftigt, wie weit es zweckmässig sei, Thermometer und Hygrometer der vorliegenden Art für Spiegelablesung einzurichten, um noch schärfer beobachten zu können. Ich fürchte jedoch, dass ein Spiegel, so leicht er auch wäre, doch eine grössere Dicke der Spiralen bedingt, wodurch beim Thermometer die Beweglichkeit, beim Hygrometer die Empfindlichkeit eine Einbusse erführe. Jedenfalls würden so modificirte Instrumente für Vorlesungszwecke ohne Nutzen sein.

Holtz, über Breguet'sche Thermometer u. analoge Hygrometer.

Fig. 1.

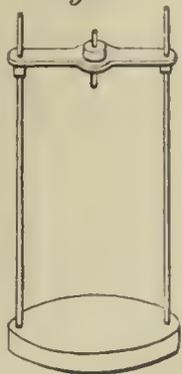


Fig. 9.

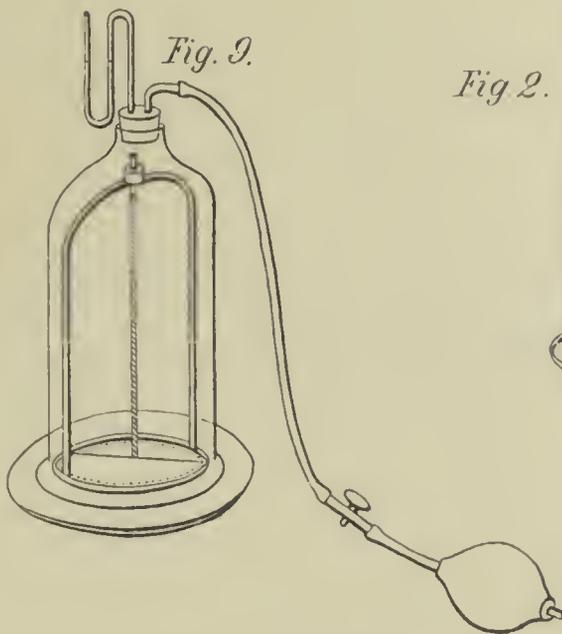


Fig. 2.

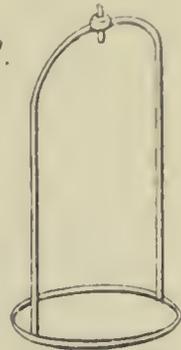


Fig. 3.

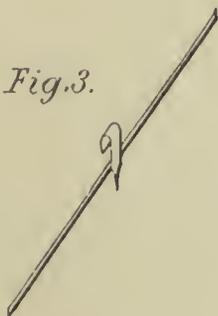


Fig. 4.

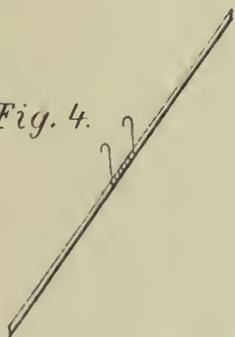


Fig. 5.

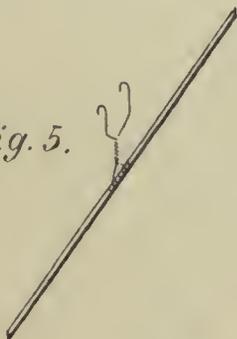


Fig. 7.

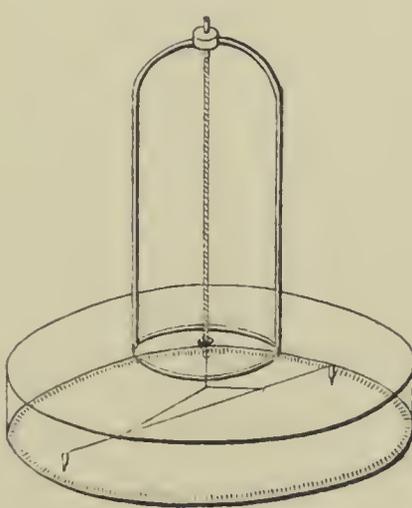


Fig. 8.

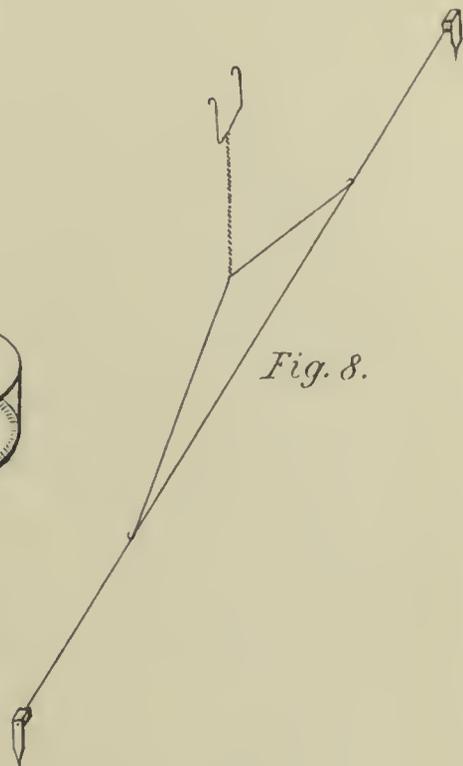


Fig. 10.

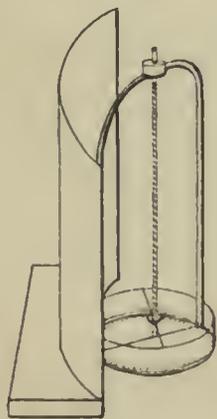


Fig. 6.

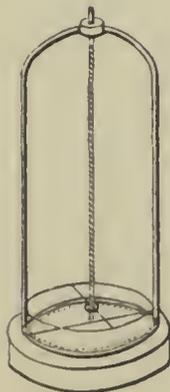


Fig. 10.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Holtz W.

Artikel/Article: [Ueber Breguet'sche Spiralthermometer für Vorlesungszwecke und über sehr empfindliche Hygrometer nach gleichem Princip 63-76](#)