

von *Cornus sanguinea*, *Microtropis bivalvis* den Nervationstypus von *Cynoglossum officinale*. *Celastrus senegalensis* zeigt den Typus von *Daphne Mezereum* u. m. a.

Die dieser Abhandlung beizugebenden Tafeln sollen im Naturselfdruck dargestellt werden.

Ein Condensations-Hygrometer.

Von **Karl v. Sonklar**,

k. k. Major.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 3. Juli 1836.)

(Mit 1 Tafel.)

Ich habe die Ehre, der hohen Classe einen hygrometrischen Apparat zur Einsicht vorzulegen, der sich, wie ich glaube, sowohl durch die Genauigkeit und Deutlichkeit seiner Sprache, als auch durch seine Einfachheit und Handlichkeit empfiehlt.

Mit den Vorbereitungen zu einer grösseren wissenschaftlichen Excursion in die Eiswelt unserer Alpen beschäftigt, suchte ich meinen, für die speciellen Zwecke dieser Reise nothwendigen physicalischen Apparat durch ein Hygrometer zu vervollständigen, das mit dem Besitze einer zureichenden Verlässlichkeit in seinen Angaben, diejenigen dringend gebotenen Eigenschaften vereinigt, die es für den Gebrauch unter so schwierigen Umständen, wie eine Reise im Hochgebirge sie so oft darbietet, angemessen macht. Unter diese Eigenschaften rechne ich: ein kleines Volumen, ein geringes Gewicht, wenige accessorische Bedürfnisse und eine verhältnissmässige Festigkeit aller Bestandtheile.

Den meisten dieser Forderungen schien mir ein von Belli angegebenes, und im LXVII. Bande von Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Seite 384, beschriebenes Instrument dieser Art zu entsprechen. Dasselbe besteht aus einem von aussen sechseitigen, von innen runden Rohr aus Eisen, auf einer Seite offen und auf der andern mit einem massiven, birnförmigen, einem länglichen Thermometergefässe ähnlichen und aus demselben Metalle gebildeten Ansatz geschlossen. Die Dimensionen dieses Rohres sind nicht näher angegeben, doch hat, nach der beigefügten Abbildung und dem

zum Apparate gehörigen Thermometer zu urtheilen, der innere Raum einen Durchmesser von mindestens 6 Linien, und das Metall in der Mitte einer jeden Seite des umschliessenden Sechseckes eine Dicke von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Linien. Die Aussenfläche ist blank polirt und mit Zink belegt. Dieses mit Quecksilber zu füllende Rohr wird vertical in ein kubisch geformtes Gefäss gestellt, welches doppelte, durch dicke Korkplattengeschiedene Wände besitzt, und worin sich eine Mischung von Eis und Wasser befindet, wodurch sich das Quecksilber oberhalb abkühlt und nach einiger Zeit an der Aussenfläche des Rohres den Thaubeschlag hervorruft. Die Abkühlung geht von unten nach oben, und es wird daher der Thau natürlicherweise unten zuerst erscheinen und sich mit nicht allzugrosser Geschwindigkeit aufwärts fortsetzen. Es soll nun die Temperatur der mit der obern Thaugrenze gleich hohen Quecksilberschichte im Innern des Rohres der Temperatur des Thaupunktes gleich sein, da eben sie es ist, die den Anfang der Bethauung bestimmt. Um aber diese Temperatur messen zu können, wurde in dem Rohre ein Thermometer mit cylindrischem Gefässe angebracht, das mit seiner Scala über die Mündung hervorragt und von einem Parallelogramm getragen wird, dessen Langseiten längs der Aussenfläche des Rohres herablaufen und mit ihren unteren Enden den Höhenstand des Thermometergefässes anzeigen.

Liess sich auch an dieser Idee nicht alles rechtfertigen, so namentlich die sechsseitige Form des Rohres, dessen Belegung mit dem leicht oxydirbaren Zinke, und besonders die Wahl eines cylindrischen Thermometergefässes, so erkannte ich doch die Anwendbarkeit dieser Construction im Allgemeinen für meinen besonderen Zweck. Ausser diesem hatte ich von dem Verfahren le Roy's, eines älteren französischen Physikers, Kenntniss, der, um den Thaupunkt zu finden, Wasser von der gewöhnlichen Temperatur durch langsamen Zusatz kälteren Wassers so lange abkühlte, bis sich an der Aussenseite des Glases der Thau zeigte, und ebenso hatte ich durch Agassiz erfahren, wie sich sein Freund Desor zur Ausmittlung der Luftfeuchtigkeitsverhältnisse auf dem Unter-Aargletscher eines runden goldenen Schälchens in der Weise le Roy's bediente. Ich dachte mir daher, von der Ansicht Belli's abweichend, Wasser, seiner höhern Wärmeleitungsfähigkeit wegen, zur Füllung des Rohres besser geeignet als Quecksilber, liess mir sofort ein durchweg cylindrisches Rohr aus Messing anfertigen, und dasselbe, um die im

Vergleiche mit dem Instrumente Belli's fehlende und vermeintlicher-
weise unumgänglich erforderliche Metallstärke zu ersetzen, durch
eine genau eine halbe Linie dicke Zinkschicht ausfütern. Beide
Metallschichten hatten zusammen eine Dicke von $\frac{5}{8}$ Linien; dem
Rohre selbst aber gab ich eine Länge von $3\frac{1}{2}$ Zoll und einen Durch-
messer von einen Zoll. Ein flacher kreisrunder Fuss von 2 Zoll Durch-
messer, der sich an das untere Ende des Rohres anschrauben liess
und es wasserdicht abschloss, gestattete die freie Einstellung des
Instrumentes in eine Kältemischung und erhielt es in dem erforder-
lichen Gleichgewichte. Zur Bestimmung des Thaupunktes aber glaubte
ich ein Thermometer mit runder Kugel, die allein ein genaueres
Erfassen der auf der Temperatur des Thaupunktes stehenden Wasser-
schicht möglich macht, anwenden zu müssen. Ein einfacher, in
der Mitte durchlöcherter Korkstöpsel hielt das Thermometer im Rohre
fest, und ein feiner, in die blanke Aussenfläche des Rohres ein-
gerissener Kreis bezeichnete mir für eine bestimmte Stellung des
Thermometers den Standort seiner Kugel. Die Zeichnung zeigt diesen
ersten Entwurf.

Doch schon einige wenige, oberflächlich angestellte Versuche
belehrten mich über die Unbrauchbarkeit dieses Apparates für gewisse
Zwecke. Die Abkühlung der Wassermasse im Innern des Rohres ging
nämlich so langsam von Statten, der Thaubeschlag erschien so spät
und erreichte die Höhe der Thermometerkugel erst nach so langer
Zeit, dass sich daraus die Unanwendbarkeit des Instrumentes für
alle jene Fälle ergab, in denen eine Messung des Wassergehaltes der
Luft in bestimmten Zeitmomenten, oder schnell hinter einander gefor-
dert wird, was z. B. bei barometrischen Höhenbestimmungen, oder
bei einlässlicheren Untersuchungen über den Gang der Luftfechtig-
keit innerhalb kleinerer Zeitabschnitte der Fall ist. Der erste Thau-
anflug zeigte sich meistens erst nach 15 bis 20 Minuten, und bei
sehr trockener Luft sogar noch später; die Thermometerkugel aber
erreichte er kaum je vor einer halben Stunde.

Der Fehler lag offenbar in der allzugrossen Metallstärke des
Rohres und in seiner Ausfüterung mit dem die Wärme schlecht
leitenden Zinke. Demselben Anstande muss aber auch der Belli'sche
Apparat, und vielleicht in noch höherem Grade unterliegen. Überdies
lassen sich noch einige andere Momente anführen, welche principiell
auf die Unverlässlichkeit eines jeden derartigen Apparates bei allzu

grosser Dicke der Metallwand hindeuten. Denn erstens darf unter solchen Umständen gewiss nicht angenommen werden, dass die obere Grenze des Thaubeschlages in horizontaler Richtung diejenige Schichte der Flüssigkeit im Rohre anzeige, welche genau die Temperatur des Thaupunktes besitzt. In dem grossen metallenen Zwischenraume zwischen der äusseren Luft und der erkaltenden Flüssigkeit hat die von aussen einwirkende Temperatur Raum genug, um der von Innen hervordringenden Kälte mit Nachdruck entgegen zu arbeiten. Dadurch wird die Linie gleicher Temperatur im Innern der Metallwand an der Aussenseite des Rohres herabgedrückt und daher der Thaupunkt von dem Instrumente jedesmal zu tief angegeben werden. Diesem Übel dürfte jedoch nur schwer zu begegnen sein, da es unmöglich scheint, den Neigungswinkel jener kleinen Isotherme genau auszumitteln, um der Thermometerkugel den rechten Höhenstand anzuweisen. — Zweitens ist jedes Metall, und namentlich Eisen und Messing, ein viel zu guter Wärmeleiter, als dass es hier, wo es durch seine Dimensionen zu grösserer Wirkung gelangt, nicht unabhängig von dem Refrigerationsmittel im Rohre, d. h. selbstständig und nach seinen eigenen Gesetzen, eine Vertheilung der auf die verschiedenen Partien seiner Masse einwirkenden Temperaturen vornehmen sollte. Es kann daher bei der angedeuteten Construction des Rohres der Fall eintreten, dass bei hoher Temperatur der Luft und geringem Feuchtigkeitsgrade derselben der Thau gar nie oder erst sehr spät erscheint, wenn auch die Flüssigkeit im Innern schon einige Linien oberhalb der Kältemischung den Thaupunkt bereits erreicht hat. Nicht minder kann sich bei umgekehrten Verhältnissen die Kälte der Eismischung an der Ausseuffläche des Rohres ausbreiten und den Thau in einer Höhe zeigen, die dem Masse der Abkühlung des Wassers oder Quecksilbers im Rohre noch lange nicht entspricht. So wenigstens erklärte ich mir das Resultat eines Versuches, den ich im vorigen Jahre mit meinem so eben beschriebenen Apparate anstellte. Der Tag war sehr warm und der Himmel von einzelnen Haufenwolken überzogen; das freie Thermometer gab die Temperatur der Luft mit $25^{\circ}6$ C. an, während der erst nach drei Viertelstunden bis zum eingeritzten Kreise vorgerückte Thau den Thaupunkt mit $15^{\circ}3$, das Psychrometer aber mit $17^{\circ}8$ angab. Um $2^{\circ}5$ aber konnte die Angabe des letztgenannten Instrumentes von der Wahrheit gewiss nicht abgewichen sein.

Nun hätte freilich gleich von vorneherein geschlossen werden können, dass je geringer die Metallstärke des Rohres, desto schneller die Transmission der Kälte nach der Aussenfläche geschehen, und desto genauer an der letzteren die Lage der auf dem Thaupunkte stehenden Wasserschichte im Rohre erkennbar werden müsse. Doch schien mir hinwieder die Verringerung der Metalldicke durch zwei Rücksichten beschränkt, u. z. einerseits durch die Nothwendigkeit, dem Apparate etwas mehr Dauerhaftigkeit zu verleihen, als bei dem gewöhnlichen Gebrauche desselben erforderlich gewesen wäre, und anderseits durch die Befürchtung, es würde sich durch eine allzu rasche Abkühlung des im Rohre befindlichen Wassers der Thaubeschlag mit übergrosser Eile aufwärts bewegen, und in Folge dessen keine bestimmte, leicht erfassbare Grenze zeigen, wodurch ohne Zweifel die Genauigkeit in der Bestimmung des Thaupunktes wesentlich geschmälert worden wäre.

Ich liess daher ein anderes, ebenfalls cylindrisches Rohr aus Messing anfertigen, das bei einer Länge von 5 Zoll einen Durchmesser von nur 9 Linien und eine Metallstärke von nicht ganz 2 Punkten besitzt. Das Zinkfutter blieb jetzt weg, und der mittlere $2\frac{1}{2}$ Zoll breite Theil der Aussenfläche, auf welchem unter wechselnden Verhältnissen die Thaugrenze spielt, wurde dicht vergoldet. Ein von Kappeller mit aller Sorgfalt verfertigtes Thermometer mit runder Kugel, dessen in das Glas eingeschnittene Scala bis zu 30° C. über und bis zu 10° unter den Eispunkt reicht, und dessen Grade in fünf Theile getheilt, noch eine genaue Abschätzung von Zehntel-Graden leicht gestatten, zeigt die Lage des Thaupunktes. Eine an der Spitze dieses Thermometers angebrachte und an das Glas festgekittete Hülse dient einerseits zur Befestigung einer dünnen gezahnten Stange, die in einen an dem oberen Theile der Röhre angebrachten Trieb eingreift, und andernteils als Trägerin eines 2 Linien breiten Stäbchens, dessen unteres Ende beiläufig bis zur Mitte der Thermometerkugel reicht, längs der Aussenfläche des Rohres herabläuft und sich durch seine schwarze Farbe von der Vergoldung deutlich abhebt. Der Trieb hat den Zweck, das Thermometer unter möglichst geringer Störung der im Rohre befindlichen Flüssigkeit langsam auf und nieder zu bewegen, wobei ein Korkstöpsel in der Mündung des Rohres als Führung dient; dem schwarzen Stäbchen aber fällt die Aufgabe zu, den jedesmaligen Höhenstand der Thermometerkugel anzuzeigen. Zur

Aufnahme der Kältemischung endlich bestimmte ich eine etwa 6 Zoll im Durchmesser haltende Schale aus Messingblech, in deren Mitte sich eine Schraubenmutter befindet, in welche, der grösseren Ruhe und Sicherheit des Instrumentes wegen, die Stativscheibe des Rohres aufgeschraubt werden kann. Übrigens mag bei einiger Vorsicht jedes beliebige, nicht allzu hohe Gefäss die Stelle dieser Schale vertreten.

Aber noch blieb eine höchst wichtige Vorkehrung übrig, die in der Bestimmung der Länge des Zeigers bestand, durch welche die Thermometerkugel im Rohre jene Höhenstellung erhält, welche sie haben muss, wenn sie den Thaupunkt richtig anzeigen soll. Die Thermometerkugel hat nämlich einen Durchmesser, der, mit Rücksicht auf die grossen Temperatur-Differenzen naher und ungleich hoher Punkte im Rohre, nicht unbedeutend ist, woraus die Frage entstand, wie tief diese Kugel in die Ebene der auf dem Thaupunkte stehenden Wasserschicht einzutauchen sei, damit das Thermometer die zu suchende Grösse genau andeute. Die sehr verschiedene Capacität der Thermometergefässe lässt in dieser Beziehung keine allgemeine Bestimmung zu, sondern es muss diese Untersuchung bei jedem Instrumente einzeln vorgenommen werden. Um nun zu diesem Ziele zu gelangen, machte ich während eines heftigen Regens, der schon mehrere Stunden lang ohne Unterbrechung angehalten hatte, einen Versuch im Freien unter dem Schutze eines auf allen Seiten offenen Gartenhauses, und stellte hierbei den Apparat ganz nahe an den Boden. Die Luft war ohne Zweifel mit Wasserdünsten vollkommen gesättigt, und die Temperatur der Luft musste deshalb mit der des Thaupunktes genau zusammentreffen. Als nun auf der Vergoldung des Rohres der Thau erschienen war, senkte ich die Thermometerkugel mittelst des Triebes sehr langsam und vorsichtig gegen die Thaugrenze nieder, und nahm den Moment wahr, in welchem das Thermometer im Rohre genau die Temperatur der Luft erreichte. Als dies geschah, zeigte sich, dass das Ende des Zeigers, dem ich, wie oben erwähnt worden, vorläufig eine Länge gegeben, die ungefähr der Mitte der Thermometerkugel entsprach, etwa um den vierten Theil einer Linie oberhalb der Thaugrenze stehen blieb, welcher Fehler sich durch ein kleines Umbiegen des Knies an der Hülse leicht beseitigen lässt. — Die Stellung des Thermometergefässes zur Thaugrenze kann demnach mit einer für den praktischen Zweck wohl mehr als zureichenden Genauigkeit ausgemittelt werden.

Die erwähnten Veränderungen haben sich als zweckmässig erwiesen, und eine Zahl von Versuchen, die ich mit dem Instrumente vorgenommen, haben in mir keinen Zweifel mehr über die Anwendbarkeit und, ich darf es wohl sagen, über die Trefflichkeit desselben übrig gelassen, wengleich zugegeben werden muss, dass sich daran noch manche Veränderungen werden anbringen lassen, welche theils eine bequemere Handhabung des Apparates, theils eine noch weiter gehende Verringerung seines Volumens möglich machen. Dies wäre z. B. der Fall, wenn man ihn mit zwei Thermometer ausrüsten wollte, von denen eines die höheren und das andere die tieferen Temperaturgrade zeigte, wodurch sich eine nicht unbeträchtliche Verkürzung des Messingrohres erzielen liesse.

Die mitfolgende Zeichnung erklärt auf bildlichem Wege die gegenwärtige Einrichtung dieses hygrometrischen Apparates.

Hatte das Wasser, womit ich das Rohr jedesmal bis zur Höhe des obern Randes der Vergoldung füllte, keine höhere Temperatur als die der Luft, so kam, nach geschעהener Einstellung des Apparates in ein Gemisch von Wasser und Eis, der Thaubeschlag an der untersten Stelle der freien Oberfläche des Rohres schon nach wenigen Minuten zum Vorschein, und rückte sofort mit ziemlicher Geschwindigkeit in die Höhe. Noch schneller ging alles von Statten, wenn ich zur Füllung des Rohres mich etwas kälteren Wassers bediente. Stand z. B. das Ende des Zeigers — so will ich das schwarze, den Stand der Thermometerkugel anzeigende Stäbchen nennen — etwa 7 bis 8 Linien über der Oberfläche der Kältemischung, so benöthigte der Thau nie über 5 Minuten, um diese Höhe zu erreichen. Die Bethauung selbst ist dicht und kräftig, und schneidet mit einer so scharf gezeichneten Grenze ab, dass sich bei Bestimmung derselben die Unsicherheit niemals bis auf die Breite einer Drittellinie erstreckt, was Angesichts der Dimensionen der Thermometerkugel, die, wenn das Thermometer noch Theile eines Grades zeigen soll, einen Durchmesser von kaum weniger als 6 Linien haben darf, als unbedeutend angesehen werden kann. Bei der Ausmittlung der Thaugrenze an jedem beliebigen Punkte des Umfanges hat sich mir daher niemals irgend ein Anstand ergeben. Wohl aber zeigte sich bei etwas stärkerem Luftzuge, und zwar nur dann, wenn der Apparat der directen Einwirkung desselben ausgesetzt wurde, darin ein Übelstand, dass in Folge rascherer Verdunstung die Thaugrenze auf der dem Winde

zugekehrten Seite des Rohres etwas tiefer stand als auf der andern. Doch war dieser Unterschied noch immer nicht sehr bedeutend, und parallele Versuche mit dem Psychrometer haben mich gelehrt, dass in solchen Fällen die höchste Grenze des Thaubeschlages als massgebend anzusehen ist, ohne Zweifel deshalb, weil der Wind wohl auf den Thau, nicht aber auf die Temperaturverhältnisse des Wassers im Rohre wesentlich störend einzuwirken vermag. Übrigens ist es immer sehr leicht, das Instrument vor dem directen Striche des Windes zu schützen. Eine gleiche einseitige Depression der oberen Thaugrenze wird durch die Nähe eines wärmestrahrenden Körpers hervorgebracht, wesshalb es zweckmässig erscheint, den Vorgang aus einiger Entfernung mit bewaffnetem Auge zu beobachten.

Die Möglichkeit das Thermometer leise zu heben und zu senken, gibt das Mittel an die Hand, die Operation, wenn nöthig, abzukürzen. Hat nämlich der Thaubeschlag in einem bestimmten Zeitmomente die Höhe der Thermometerkugel noch nicht erreicht, so kann das Thermometer bis zur Thaugrenze herabgelassen werden, was freilich mit grösstmöglicher Behutsamkeit geschehen muss. Durch die dabei unvermeidliche Mischung der unteren und kälteren Flüssigkeitsschichten mit den wärmeren oberhalb, wird sich der Thau, nach Mass der eingetretenen Störung, rasch um ein Weniges nach oben ausbreiten; doch schon nach etwa einer halben Minute wird jener parasitische Thau wieder verschwinden, und die Ablesung möglich werden. Am besten ist es aber, das Thermometer gleich anfangs etwas tief einzustellen und das Anlangen des Thaues am Zeiger ruhig abzuwarten. Müsste man aber bei kalter Luft das Thermometer hoch halten, um der tieferen Grade der Scala noch ansichtig zu werden, so könnte man sich, zur Abkürzung der Operation, durch tieferes Eintauchen des Rohres in die Kältemischung leicht helfen. Der Apparat, den ich hier zu zeigen die Ehre habe, ist so eingerichtet, dass wenn die Thermometerkugel gerade unterhalb der Mitte der vergoldeten Zone steht, noch der 5^{te} Grad unter dem Eispunkte sichtbar bleibt, welchen tiefen Wärmestand der Thaupunkt zur Sommerszeit selbst auf hohen Berggipfeln nur in seltenen Fällen erreichen dürfte.

Vermittelst der erwähnten Verschiebungsvorrichtung lässt sich ferner, um der Trägheit des Quecksilbers bezüglich seiner Wärmeleitfähigkeit zu begegnen, eine nützliche Controle der ersten

Ablesung dadurch leicht erzielen, dass man nach vorherigem Eintauchen des Thermometers in eine etwas kältere Schichte des Wassers im Rohre und langsamem Heben bis zur Thaugrenze ein zweites Resultat gewinnt; weichen diese beiden Ablesungen von einander ab, so gibt ihre halbe Summe den richtigen Thaupunkt.

Um nun die Einwirkung der Metalstärke des Rohres auf das Erscheinen des Thaues und die Art und Höhe seiner Abgrenzung einigermaßen zu prüfen, wurde eine Reihe von Versuchen im hellen Sonnenschein und um die Mittagszeit herum angestellt. Der Tag war sehr heiss, und das hunderttheilige Thermometer stand zwischen $31^{\circ}0$ und $31^{\circ}1$. Eine spanische Wand hinderte dabei jede störende Einwirkung der übrigens nur wenig bewegten Atmosphäre. Ungeachtet der directen Besonnung der einen Hälfte des Rohres schnitt die Thaugrenze jetzt mehr wie je in einer überall gleich hohen, horizontalen Ebene ab, und der Thaupunkt selbst ergab sich genau eben so hoch als bei einem unmittelbar vorher im Schatten angestellten Experimente. Damit war dargethan, dass das Rohr dünn genug ist, um die von innen herausdringende Kälte auf der Oberfläche correct anzuzeigen.

Die verhältnissmässige Einfachheit, Solidität, Handlichkeit und Wohlfeilheit dieses Instrumentes, seine Eigenschaft, den Thaupunkt unmittelbar durch Condensation anzuzeigen, die Geschwindigkeit, mit der es die gewünschten Resultate liefert, und vor Allem die Richtigkeit und Verständlichkeit seiner Sprache sind Vorzüge, die vielleicht die Kühnheit entschuldigen, mit der ich diesen Apparat der Aufmerksamkeit der hochgeehrten Versammlung empfehle. Die scharfe Abgrenzung des Thaubeschlages scheint mir der wesentliche Vorzug des in Rede stehenden Hygrometers vor allen anderen dieser Art zu sein, wo der Thau mit einem Male auf der ganzen Oberfläche des mit der abzukühlenden Flüssigkeit gefüllten Gefässes hervorgerufen wird. Bei dem Instrumente nach der von mir angegebenen Construction kann die Thaugrenze niemals wesentlich unrichtig beurtheilt, und in Folge dessen der Thaupunkt mangelhaft gemessen werden. Die matte, weissliche Farbe des Beschlags scheidet sich klar und bestimmt von dem glänzenden Obertheile des Gefässes ab, und die Linie seiner Umgrenzung ist selbst für ein schwächeres Auge mit zweifelloser Deutlichkeit erkennbar. Sie ist ein nahezu stillestehendes Object, das sich mit Sicherheit recognosciren und erfassen lässt,

und dessen Benützung nicht an einen bestimmten, kurzen Augenblick gebunden ist, während sowohl bei dem Daniell'schen, als auch bei dem Döberreiner'schen und dem damit verwandten Regnault'schen Hygrometer der erste Thauanflug allein, der je nach der Sehkraft des Auges früher oder später erkannt und somit auch verkannt werden kann, bei der Ableseung des Thaupunktes entscheidet. Die rasche Transition einer beliebigen Thaustärke zur nächst stärkeren macht es bei diesen Apparaten, nebenher gesagt, etwas zweifelhaft, ob das Thermometer in so kurzer Zeit sich auch wirklich bis auf jene Temperatur abgekühlt hat, die dem simultanen Grade der Bethauung entspricht. Die Kostspieligkeit und Zerbrechlichkeit des Daniell'schen Hygrometers, die Unempfindlichkeit seines den Thaupunkt anzeigenden Thermometers und die an demselben von Kämtz, den Gebrüdern Schlagintweit u. A. gerügte Schwierigkeit des Hervorrufens der Bethauung unter gewissen Umständen, so wie nicht minder die Umständlichkeit bei dem Gebrauche des Döberreiner'schen und Regnault'schen Apparates, von denen das erstere sogar einer Druckpumpe bedarf, sind theils principielle Mängel, theils schliessen sie die Verwendbarkeit dieser Instrumente auf Gebirgsreisen fast gänzlich aus.

Was endlich das Psychrometer werth ist, darüber sind diejenigen gewiss im Klaren, die seine Leistungen unter sehr verschiedenen Zuständen der Atmosphäre zu beobachten Gelegenheit hatten. Mehr als bei jedem andern Instrumente ist es bei diesem von Wichtigkeit, ob sich die Luft im Zustande der Ruhe oder der Bewegung befindet. Ich selbst sah oft bei plötzlich verstärktem Luftzuge den Stand des befeuchteten Thermometers rasch um einige Zehntel-Grade, ja einmal sogar um etwas mehr als einen halben Grad herabsinken. Bei unstät windigem Wetter ist dieses Thermometer, wenn es anders zu den sehr empfindlichen gehört, so unruhig, dass sich bei Jedem von selbst ein gerechtes Misstrauen in die Richtigkeit der auf diesem Wege gewonnenen Grössen einstellen muss. Es ist ferner nachgewiesen worden, dass das Psychrometer bei niedrigen Temperaturen durchaus zu geringe Spannkraft des Wasserdampfes anzeigt ¹⁾; auch soll selbst die Windrichtung, abgesehen von der

¹⁾ V. Regnault: „Über die Spannkraft der Wasserdämpfe,“ in Poggendorff's Annalen, Band 75, und Müller - Pouillet's Physik II, 704.

Stärke des Windes, einen merklichen Einfluss auf die Angaben dieses Instrumentes ausüben ¹⁾). Ein zweiter und noch viel wichtigerer Übelstand aber geht aus der Ungleichheit der verschiedenen psychrometrischen Formeln hervor. Ich kenne zwölf solcher Formeln, und habe gefunden, dass ihre numerischen Ergebnisse nicht bloß beträchtlich von einander abweichen, was unter Umständen zuweilen um eine ganze Linie Dampfdruck der Fall ist, sondern dass sie auch bald convergiren, bald divergiren, so zwar, dass es schwer ist, zu sagen, welcher Formel das Verdienst einer grösseren Richtigkeit zukömmt. Regnault ist deshalb geneigt, das Psychrometer bloß als ein empirisches Instrument, wie etwa Saussure's Haarhygrometer, zu betrachten, indem seine Angaben von örtlichen Umständen im hohen Grade abhängig erscheinen und zweifelhafte Daten liefern, die der Meteorologie mehr schädlich als nützlich sind ²⁾). Jedenfalls aber bleibt es in Ermangelung eines andern, geeigneteren hygroskopischen Apparates, in den meisten Fällen ein sehr brauchbares Surrogat, das nebenbei, gleich einem Thermometer, den grossen Vortheil ungestörter Continuität in seinen Angaben besitzt.

Ich lasse hier eine Aufzeichnung über die Resultate einiger Versuchsreihen folgen, die ich mit dem von mir angegebenen Condensations-Hygrometer und mit dem Psychrometer gleichzeitig anstellte.

1) V. Regnault: „Hygrometrische Studien,“ in Poggendorff's Annalen, Band 88, pag. 420.

2) V. Regnault: „Hygrometrische Studien,“ in Poggendorff's Annalen, Band 88, pag. 420.

1. Im Zimmer, bei offenem Fenster und in dessen unmittelbarer Nähe.

	Von 3 zu 3 Minuten			Mittel	$E =$	Der Thau erscheint nach 2 Minuten, und erreicht 3 Mi- nuten darauf die Thermometerku- gel.	
Lufttemperatur .	24°6	24°6	24°6	24°6 C.	.		
Cond. Hygrometer	Thaupunkt			15°36 C.	5°98		
	15°4	15°3	15°4			Anomalie 0°1	
Psychrometer .	Grade d. befeuchteten Thermometers			18°7 C.	5°92 (A) 5°54 (B) 6°07 (C)	$t' = 18°7$ $d = 5°9$ $b = 332 \cdot 1$ Par. Lin. $E' = 7 \cdot 29$ „ „	
	18°8	18°6	18°7				Anomalie 0°2

Hier bedeutet E die gesuchte Spannkraft der in der Luft vorhandenen Wasserdünste, t' die Temperatur des befeuchteten Thermometers, d den Unterschied zwischen dieser Temperatur und jener der Luft, b den Barometerstand und E' das Maximum der Spannkraft des Wasserdunstes bei der Temperatur t' .

Aus den psychrometrischen Daten wurde E nach drei verschiedenen Formeln berechnet, und es bezieht sich die mit (A) indicirte Zahl auf die Formel $E = E' - 0.0007bd$, von Baumgartner in dessen Physik angegeben; die Zahl sub (B) auf den von August selbst aus der Hauptformel abgeleiteten Ausdruck $E = E' - \frac{0.558bd}{640 - t'}$; das mit (C) bezeichnete Resultat endlich wurde durch die von Regnault aufgestellte Formel $E = E' - 0.0006246bd$ berechnet.

2. Wie bei I, nur um eine Stunde später.

	Von 3 zu 5 Minuten				Mittel		E =	Erstes Erscheinen und Vorrücken des Thaues, wie oben.	
	25°3	25°3	25°3	25°3	25°3 C.				
Luft-Temperatur	25°3	25°3	25°3	25°3	25°3 C.		6 ^m 06		
Thaupunkt									
Cond.-Hygrometer	15°6	15°6	15°6	15°6	15°58 C.				
Anomalie 0·1								$l' = 19^{\circ}2$, $b = 332^{\text{m}}0$ $d = 6^{\circ}1$, $E' = 7^{\text{m}}51$.	
befeuchtetes Thermometer									
Psychrometer	19°2	19°1	19°3	19°2	19°2 C.				
Anomalie 0°2								6 ^m 03 (A) 5 ^m 68 (B) 6 ^m 25 (C)	

3. Im Freien.

	Von 3 zu 5 Minuten				Mittel		E =	Witterung heiter aber windig.	
	30°2	30°1	30°3	30°1	30°2 C.				
Luft-Temperatur	30°2	30°1	30°3	30°1	30°2 C.		6 ^m 26	Bei Anwendung von etwas kälterem Wasser erscheint der Thau nach 2 ¹ / ₂ Minuten.	
Thaupunkt									
Cond.-Hygrometer.	16°1	16°4	16°2	16°2	16°42 C.				
Anomalie = 0°1								$l' = 21^{\circ}4$, $b = 332^{\text{m}}33$ $d = 8^{\circ}8$, $E' = 8^{\text{m}}54$	
befeuchtetes Thermometer									
Psychrometer	21°6	21°3	21°2	21°5	21°4 C.				
Anomalie = 0·4								6 ^m 49 (A) 5 ^m 90 (B) 6 ^m 71 (C)	

4. Im Freien, eine halbe Stunde später.

	Von 5 zu 5 Minuten		Mittel	E =	Witterung wie oben.
	Luft-Temperatur	30°2	30°2		
Cond.-Hygrometer	Thaupunkt			6 ^m 29	Der Thau erscheint nach 3 Minuten.
	16°2	16°2	16°3		
	Anomalie = 0°1				
Psychrometer	befeuchtetes Thermometer			6 ^m 66 (A) 6 ^m 08 (B) 6 ^m 82 (C)	t' = 21°63, b = 322 ^m 32 d = 8°57, E' = 8 ^m 65
	21°7	21°5	21°8		
	Anomalie = 0°3				

5. Im Sonnenlichte, eine Stunde später.

	Beobachtet von 5 zu 5 Minuten					Mittel	E =	Der Thau erscheint, bei Anwendung von nicht abgekühltem Wasser zur Füllung des Rohres, nach 3 Minuten, und erreicht 2 Minuten später das Ende des Zeiters.
	Luft-Temperatur	31°0	31°0	31°1	31°1	31°0		
Cond.-Hygrometer (im Sonnenlichte stehend)	Thaupunkt					16°55 C.	6 ^m 42 C.	t' = 22°33, b = 332 ^m 3 d = 8°73, E' = 9 ^m 02
	16°6	16°4	16°6	16°5	16°6			
	Anomalie = 0°2							
Psychrometer (im Schatten)	Grade am befeuchteten Thermometer					22°33 C	6 ^m 99 (A) 6 ^m 40 (B) 7 ^m 21 (C)	
	22°3	22°0	22°4	22°5	22°5			
	Anomalie = 0°5							

6. Im Zimmer bei offenen Fenstern, drei Stunden nach einem Regen.

Luft-Temperatur	Von 3 zu 3 Minuten		Mittel	E =	Der Thau erscheint nach 2 Minuten und erreicht 1 1/2 Minuten später den 4'' entfernten Zeiger.
	16°5	16°5	16°5		
Cond.-Hygrometer	Thaupunkt		7°56 C.	3°71	
	7°5	7°6			
Psychrometer	Anomalie = 0°1		12°16 C.	3°96 (A) 3°69 (B) 3°97 (C)	l' = 12°16 , b = 326 ^m 4 d = 4°3 , E' = 4°94
	befeuchtetes Thermometer				
	12°2	12°1	12°16 C.		
	Anomalie = 0°1				

3. Im Freien zu Mittag.

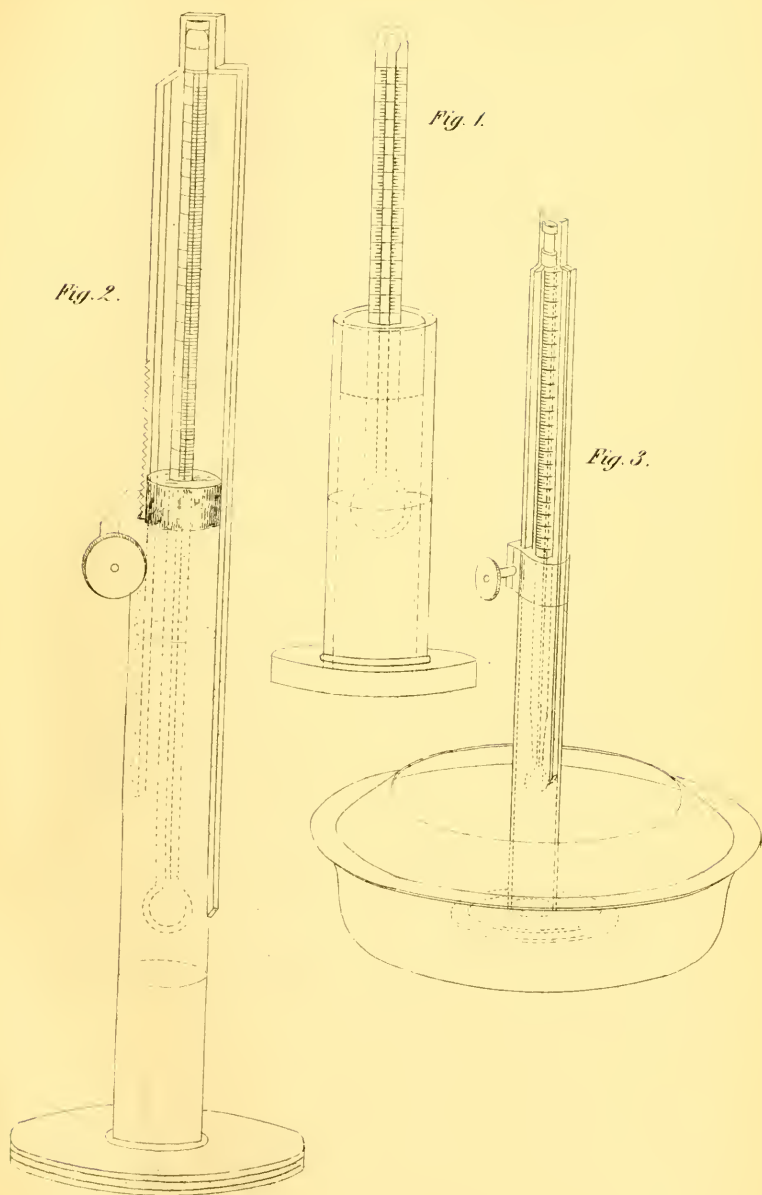
Luft-Temperatur .	Beobachtet von 3 zu 3 Minuten			Mittel	E =	Witterung heiter, lebhafter Westwind	
	18°4	18°6	18°6	18°3			18°5
Cond.-Hygrometer .	Thaupunkt			10°56 C.	4°46	Der Thau erscheint bei Anwendung von nicht abgekühltem Wasser in 2 Minuten.	
	10°5	10°5	10°6				10°5
	Anomalie innerhalb 33 Minuten = 0°3						
Psychrometer	Grade des befeuchteten Thermometers			14°04 C.	4°50 (A) 4°22 (B) 4°61 (C)	Das befeuchtete Thermom. schwankt unter dem Blicke um 0·3. l' = 14°04 , b = 330 ^m 0 d = 4°45 , E' = 5°52	
	13°9	14°1	14°0				13°7
	Anomalie innerhalb 33 Minuten = 0·6						

Die hier aufgetretenen Anomalien haben ihren Grund theils in der Unvollkommenheit der Instrumente, theils aber auch in der Zunahme der in der Luft aufgelösten Wasserdämpfe. Theilt man desshalb diese acht Beobachtungen in zwei Reihen von je vier Beobachtungen, so werden diese Anomalien bei dem Condensations-Hygrometer für die erste Reihe $0^{\circ}2$, und für die zweite ebenfalls nur $0^{\circ}2$ betragen; bei den Angaben des befeuchteten Thermometers aber werden sie sich respective auf $0^{\circ}4$ und $0^{\circ}3$ belaufen. Eine weitere theilweise Erklärung dieser Anomalien bietet ferner die starke Depression der Lufttemperatur während der 4^{ten} und 5^{ten} Beobachtung dar, eine Depression, die von beiden hygrometrischen Apparaten, wenn gleich richtiger von dem Condensations-Hygrometer, empfunden wurde.

S. Im Freien, 4 Uhr Nachmittags.

	Von 5 zu 5 Minuten				Mittel	E =	Witterung etwas trübe, wenig Wind.	
	Luft-Temperatur	17 [°] 9	17 [°] 8	17 [°] 9	17 [°] 8			17 [°] 7
Cond.-Hygrometer	Thaupunkt					10 [°] 31 C.	Der Thau erscheint schon nach 2 Minuten und erreicht den 4 ^{ten} entfernten Zeiger in 1 1/2 Minuten.	
	10 [°] 4	10 [°] 3	10 [°] 4	10 [°] 3	10 [°] 2			10 [°] 3
	Anomalie = 0 [°] 2							
Psychrometer	befeuchtetes Thermometer					13 [°] 61 C.	t' = 13 [°] 61, b = 331 [°] 0 d = 4 [°] 2, E' = 5 [°] 38	
	13 [°] 7	13 [°] 6	13 [°] 7	13 [°] 6	13 [°] 5			13 [°] 6
	Anomalie = 0 [°] 2							

Souklar. Ein Condensations Hygrometer.



9. Im Zimmer bei offenen Fenstern.

	Schnell nach einander					Mittel	E =
	Luft-Temperatur	16°9	17°0	17°0	17°0	17°0	
Cond.-Hygrometer	Thaupunkt					13°05 C.	5 ^m 30
	13°0	13°1	13°1	13°0	13°0		
	Anomalie = 0°1						
Psychrometer	befeuchtetes Thermometer					14°81 C.	t' = 14°81, b = 329 ^m 4 d = 2°16, E' = 5 ^m 78
	14°8	15°0	14°9	14°7	14°8		
	Anomalie = 0°3						

u. s. f.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1856

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Sonklar Carl [Karl] Albrecht von Innstädten

Artikel/Article: [Ein Condensations-Hygrometer \(Mit I Tafel.\). 271-287](#)