



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

245. Daniell's Hydrometer

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

dener Natur und verschiedener Zubereitung sehr grosse Unterschiede in ihren Angaben zeigen können, selbst wenn sie an den Endpunkten mit einander stimmen.

Daraus geht klar hervor, dass man nicht eine für alle Haarhygrometer gültige Tabelle berechnen könne, sondern dass man eigentlich für jedes Instrument der Art Versuche in obiger Weise anstellen und aus diesen eine Tabelle berechnen müsse.

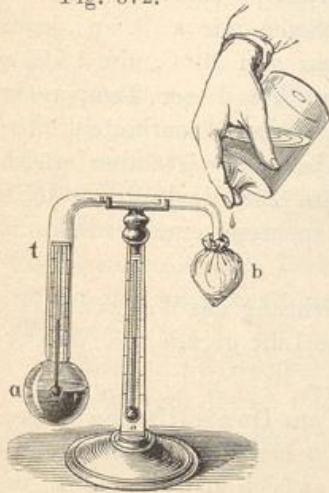
Fig. 371 stellt ein Haarhygrometer dar, wie dasselbe von Herrmann und Pfister in Bern gefertigt wird. Das Haar ist mit möglichster Sorgfalt von Fett befreit. Von ähnlicher Einrichtung ist das Koppe'sche Haarhygrometer.

Das Instrument ist mit zwei Scalen versehen, deren obere die relative Feuchtigkeit direct in Procenten angiebt, während bei der unteren der Zwischenraum zwischen dem Punkt der absoluten Trockenheit und dem der grössten Feuchtigkeit in 100 gleiche Theile getheilt ist.

Das registrirende Hygrometer der Berner Sternwarte ist ein Herrmann-Pfister'sches Haarhygrometer, dessen Scala allmonatlich mit Hülfe des Psychrometers controlirt wird. Die Markirung des Hygrometerstandes geschieht von zehn zu zehn Minuten auf galvanischem Wege ganz auf dieselbe Weise, wie die Markirung des Thermometerstandes, welches auf S. 490 besprochen wurde.

Daniell's Hygrometer ist in Fig. 372 dargestellt; es besteht aus einer gekrümmten Röhre, welche mit zwei Kugeln endigt; die eine, *a*,

Fig. 372.



ist entweder vergoldet oder mit einer ganz dünnen glänzenden Platinschicht überzogen, die andere ist mit einem Lappchen feiner Leinwand umwickelt. Die Kugel *a* ist zur Hälfte mit Aether gefüllt und enthält ein kleines Thermometer, dessen Theilung in die Röhre *t* hineinragt. Der Apparat ist vollkommen luftleer. Wenn man nun Aether auf die Kugel *b* tröpfelt, so wird sie durch die Verdampfung desselben erkaltet, in ihrem Inneren werden Aetherdämpfe condensirt und dadurch eine Verdampfung des Aethers in der Kugel *a* bewirkt, indem gewissermaassen der Aether aus der wärmeren Kugel *a* in die kältere *b* überdestillirt. Bei der Dampfbildung in der Kugel *a* wird aber ebenfalls Wärme gebunden und sie beschlägt sich endlich mit einem zarten Thau.

Die Entstehung dieses Thaues lässt sich leicht erklären. Die Physik lehrt, dass im leeren Raume die Spannkraft des Wasserdampfes für eine bestimmte Temperatur eine gewisse Grenze nicht übersteigen kann, dass

aber das Maximum der Spannkraft mit der Temperatur steigt. Für eine Temperatur von 20° z. B. ist das Maximum der Spannkraft des Wasserdampfes 17,4 mm und die entsprechende Dichtigkeit des Wasserdampfes 0,00001731; in einem luftleeren Raume von 1 cbm können also bei einer Temperatur von 20° höchstens 17,31 g Wasser in Form von Dampf enthalten sein.

Wir wissen aber ferner, dass in einem luftgefüllten Raume gerade ebensoviel Wasserdampf enthalten sein kann, als in einem gleich grossen luftleeren Raume, und dass sich in diesem Falle die Spannkraft der Luft und die Spannkraft des in ihr verbreiteten Wasserdampfes summiren. Bei einer Temperatur von 20° können also in einem Cubikmeter Luft ebenfalls 17,31 g Wasser als Dampf enthalten sein.

Man sagt, die Luft sei mit Wasserdampf gesättigt, wenn der in ihr verbreitete Wasserdampf das ihrer Temperatur entsprechende Maximum der Spannkraft und Dichtigkeit erreicht hat.

Bringt man in eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft einen kälteren Körper, so wird dieser die nächsten Luftschichten erkalten, ein Theil des in ihnen enthaltenen Wasserdampfes wird sich verdichten müssen und setzt sich in Form von feinen Tröpfchen an den kalten Körper an. Auf diese Weise bildet sich der Beschlag an den Fensterscheiben in einem bewohnten erwärmten Zimmer, wenn die Temperatur der äusseren Luft niedrig genug ist, um die Fensterscheiben hinlänglich zu erkalten.

Nicht immer ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, d. h. es ist nicht immer in derselben gerade soviel Wasserdampf enthalten, als sie bei ihrer Temperatur aufnehmen könnte. Nehmen wir z. B. an, jedes Cubikmeter Luft enthielte bei einer Temperatur von 20° C. nur 13,63 g Wasserdampf, so ist sie nicht gesättigt; denn bei dieser Temperatur könnte ja jedes Cubikmeter Luft 17,31 g Wasserdampf enthalten. Die Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes bei 16° ist aber gleich 0,00001363; für eine Temperatur von 16° wäre also die Luft gesättigt. Man müsste also die Luft bis unter 16° erkalten, wenn eine Verdichtung von Wasserdampf stattfinden sollte.

Die Temperatur, für welche eben die Verdichtung des Wasserdampfes beginnt, die Temperatur also, für welche die Luft gerade mit Wasserdampf gesättigt ist, heisst der Thaupunkt.

Der Thaupunkt ist es nun, welchen man am Daniell'schen Hygrometer beobachtet; sobald nämlich die Kugel *a* bis zur Temperatur des Thaupunktes erkalten ist, fängt diese Kugel an sich zu beschlagen; die Temperatur des Thaupunktes liest man unmittelbar an dem in die Kugel *a* hineinragenden Thermometer ab.

Die folgende Tabelle giebt den Wassergehalt der mit Dampf gesättigten Luft für den Thaupunkt von -20° bis $+29^{\circ}$ C. an.

Temperatur des Thaupunktes	Entsprechende Spannkraft des Wasserdampfes	Gewicht des Wasserdampfes in 1 cbm Luft	Temperatur des Thaupunktes	Entsprechende Spannkraft des Wasserdampfes	Gewicht des Wasserdampfes in 1 cbm Luft
Grad	mm	g	Grad	mm	g
— 20	0,927	1,2	13	11,162	11,2
— 15	1,400	1,8	14	11,908	11,9
— 10	2,093	2,5	15	12,699	12,6
— 5	3,113	3,5	16	13,536	13,5
0	4,600	4,8	17	14,421	14,3
1	4,940	5,2	18	15,357	15,2
2	5,302	5,6	19	16,346	16,1
3	5,687	5,9	20	17,391	17,0
4	6,097	6,3	21	18,495	18,1
5	6,534	6,7	22	19,659	19,3
6	6,998	7,2	23	20,888	20,4
7	7,492	7,7	24	22,184	21,5
8	8,017	8,3	25	23,550	22,7
9	8,574	8,8	26	24,988	24,2
10	9,165	9,3	27	26,505	25,9
11	9,792	10,0	28	28,101	27,5
12	10,457	10,6	29	29,782	30,0

Wenn uns das Hygrometer für den Thaupunkt 12°C . angiebt, so ersehen wir aus dieser Tabelle, dass jedes Cubikmeter Luft 10,6 g Wasserdampf enthält; wäre der Thaupunkt 17°C ., so enthielte jedes Cubikmeter 14,3 g Wasserdampf u. s. w.

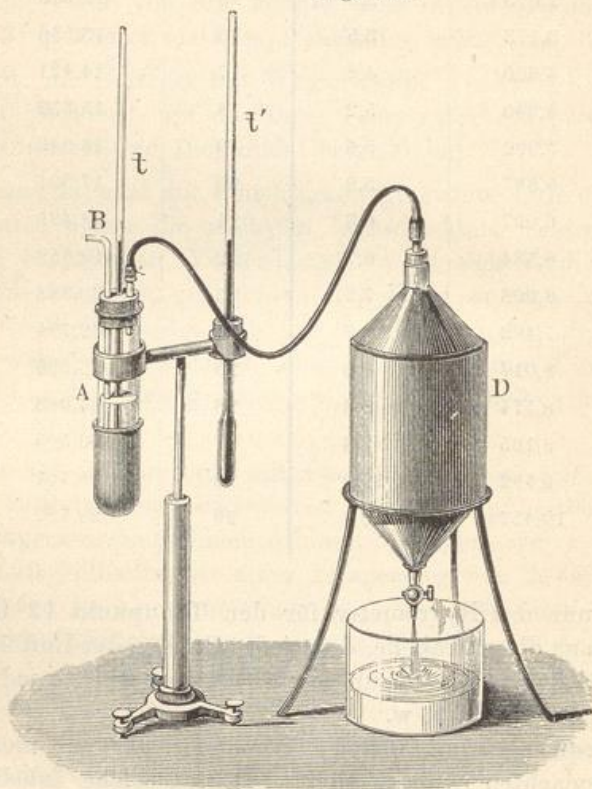
Zur Bequemlichkeit für die Berechner der auf meteorologischen Stationen gemachten Beobachtungen hat man solche Tabellen berechnet, welche die Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes für alle Temperaturen von -24 bis $+35^{\circ}\text{C}$. jeweils um $0,1^{\circ}$ fortschreitend angeben.

Gegen die Genauigkeit der Angaben des Daniell'schen Hygrometers lassen sich mit Recht folgende Einwendungen machen: Der Aether in der Kugel *a* ist an der Oberfläche kälter als an den tieferen Stellen; die Handhabung des Apparates erfordert eine längere Anwesenheit des Beobachters in der Nähe desselben, wodurch sowohl die Temperatur als auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft modificirt wird; die Menge des Aethers, welche auf der Kugel *b* verdampft, äussert ebenfalls einen Einfluss auf den hygrometrischen Zustand der Luft, welcher noch dadurch verschlimmert wird, dass der käufliche Aether nie ganz wasserfrei ist.

Schon lange hat Döbereiner auf die Schwierigkeit aufmerksam gemacht, mit dem Daniell'schen Hygrometer genaue Resultate zu erhalten; er construirte ein anderes, auf demselben Principe beruhendes Instrument, welches jedoch nicht so beachtet worden zu sein scheint, wie es verdient.

Später hat Regnault ein Instrument angegeben, welches als eine Vervollkommnung des eben erwähnten Döbereiner'schen angesehen werden kann. Am unteren Ende der Glasröhre *A*, Fig. 373, ist ein

Fig. 373.



fingerhutartiges Gefäß von dünnem polirtem Silberblech befestigt, welches ungefähr 20 mm Durchmesser hat und 45 mm hoch ist. Oben ist die Glasröhre *A* mit einem Kork verschlossen, welcher drei Löcher hat. Durch das eine derselben geht die Röhre *B* hindurch, welche fast bis auf den Boden des Silbergefäßes reicht; durch die zweite Oeffnung geht die Röhre eines Thermometers, dessen Gefäß sich ungefähr in der Mitte des Silbergefäßes befindet. Ein kurzes Glasröhrchen, welches nur eben bis unter den Kork reicht, steckt in der dritten Oeffnung. Von diesem Röhrchen führt ein Gummischlauch zu dem mit Wasser gefüllten Aspirator *D*.

Das silberne Gefäss und die Glasröhre sind ungefähr so weit mit Aether gefüllt, wie die Figur zeigt. Wird nun der Hahn des Aspirators geöffnet, so fließt hier das Wasser aus, in gleichem Maasse aber muss Luft durch das Rohr *B* einströmen, welche durch den Aether in *A* in Form von Bläschen aufsteigt, und dadurch eine rasche Verdunstung desselben bewirkt, in Folge deren sich das Silbergefäss von aussen beschlägt.

Die Temperatur des Thaupunktes wird am Thermometer *t*, die der umgebenden Luft am Thermometer *t'* abgelesen.

Der Beobachter steht am Aspirator *D* und beobachtet das Silbergefäss und die Thermometer durch ein Fernrohr.

Wenn das Silbergefäss die Temperatur des Thaupunktes erreicht hat, so reicht die geringste Verzögerung des Wasserausflusses hin, um den Beschlag verschwinden zu machen, während eine Beschleunigung des Ausflusses ihn vermehrt.

Das Döbereiner'sche Instrument unterscheidet sich von dem Regnault'schen im Wesentlichen nur dadurch, dass bei ersterem die Luft mittelst einer Druckpumpe durch den Aether des Silbergefässes hindurch getrieben wird.

August's Psychrometer ist in Fig. 374 (a. f. S.) dargestellt; es besteht aus zwei an einem und demselben Gestelle befestigten Thermometern; die Kugel des einen (in unserer Figur die des Thermometers links) ist vollkommen frei, so dass dieses Thermometer die Temperatur der Luft angiebt. Die Kugel des zweiten Thermometers ist mit einem Musselinläppchen umwickelt, welches mit destillirtem oder Regenwasser befeuchtet sein muss. Die Befeuchtung geschieht entweder, wie dies z. B. auf den Stationen des preussischen Beobachtungsnetzes der Fall ist, dadurch, dass man $\frac{1}{4}$ Stunde vor der Beobachtung ein Gefäss voll Wasser von unten her über die Kugel schiebt und dann nach Entfernung des Gefässes den noch an der Kugel hängenden Tropfen wegnimmt, oder es hängt von dem die Kugel umgebenden Läppchen bis in ein untergestelltes Glasgefäss ein Docht hinab, wie dies Fig. 374 erläutert, so dass das Musselinläppchen, welches die Kugel umgiebt, durch Haarröhrchenwirkung beständig feucht erhalten wird. Fig. 375 (a. f. S.) zeigt eine andere Form des Psychrometers, welche wohl ohne weitere Erläuterung verständlich ist. 246

Das Wasser in der Kugelhülle wird nun verdunsten, und zwar um so rascher, je weiter die Luft von ihrem Sättigungspunkte entfernt ist. Die Verdunstung des Wassers ist aber von einer Wärmebindung begleitet, in Folge deren das umwickelte Thermometer tiefer steht als das trockene. Wenn die Luft vollkommen mit Feuchtigkeit gesättigt ist, wie dies bei starkem Nebel der Fall ist, so wird kein Wasser verdampfen können, die beiden Thermometer stehen alsdann gleich hoch; ist aber die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt, so wird das Quecksilber in dem umwickelten Thermometer sinken, und zwar um so tiefer, je weiter die Luft