

Hygrometergrade.	Entsprechende Feuchtigkeit der Luft.	Hygrometergrade.	Entsprechende Feuchtigkeit der Luft.
0	0	60	36,28
10	4,57	70	47,19
20	9,45	80	61,22
30	14,78	90	79,09
40	20,78	100	100,00
50	27,79		

Wenn also das Hygrometer auf 60° steht, so enthält die Luft 36,28 Procent desjenigen Wasserdampfes, welchen sie enthalten müßte, um gesättigt zu sein.

Diese Tabelle ist jedoch nur für Temperaturen ganz zulässig, welche nicht viel von 10° verschieden sind.

Regnault hat neuerdings auch Untersuchungen über das Haarhygrometer angestellt. Er fand es zweckmäßiger, die Haare mit Aether zu entfetten, statt sie in einer Sodalösung zu kochen, wie es Saussure angegeben hatte.

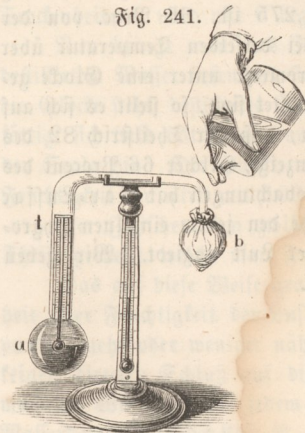
Er fand, daß Hygrometer, mit einerlei Art von Haaren construirt, welche auf gleiche Weise entfettet wurden, zwar nicht streng übereinstimmend gehen, daß sie aber für die meisten Beobachtungen als vergleichbar betrachtet werden können; daß dagegen Hygrometer mit Haaren von verschiedener Natur und verschiedener 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.

180

Daniel's Hygrometer ist Fig. 241 dargestellt; es besteht aus einer

Fig. 241.



gekrümmten Röhre, welche mit zwei Kugeln endigt; die eine, *a*, ist entweder vergoldet oder mit einer ganz dünnen glänzenden Platinschicht überzogen, die andere ist mit einem Läppchen 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 gewissermaßen der Aether aus der wärmeren Kugel *a* in die kältere *b* über-

destillirt. 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 Gränze nicht übersteigen kann, daß aber das Maximum der Spannkraft mit der Temperatur steigt. Für eine Temperatur von  $20^{\circ}$  z. B. ist das Maximum der Spannkraft des Wasserdampfes 17,4 Millimeter (Lehrb. d. Physik, 5. Aufl. Bd. II. S. 559), und die entsprechende Dichtigkeit des Wasserdampfes 0,00001731; in einem luftleeren Raume von 1 Cubikmeter können also bei einer Temperatur von  $20^{\circ}$  höchstens 17,31 Gramm Wasser in Form von Dampf enthalten sein.

Wir wissen aber ferner, daß in einem lusterfüllten 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  $20^{\circ}$  können also in einem Cubikmeter Luft ebenfalls 17,31 Gramm 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  $20^{\circ}$  C. nur 13,63 Gramm Wasserdampf, so ist sie nicht gesättigt; denn bei dieser Temperatur könnte ja jedes Cubikmeter Luft 17,31 Gramm Wasserdampf enthalten. Aus der angeführten Tabelle (Lehrb. d. Physik, Bd. II. S. 559) ersieht man aber, daß die Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes bei  $16^{\circ}$  gleich 0,00001363 ist; für eine Temperatur von  $16^{\circ}$  wäre also die Luft gesättigt. Man müßte also die Luft bis unter  $16^{\circ}$  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 Daniel'schen Hygrometer beobachtet; sobald nämlich die Kugel *a* bis zur Temperatur des Thaupunktes erkalte ist, fängt diese Kugel an sich zu beschlagen; die Temperatur des Thau-

punktes 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  $-20^{\circ}$  bis  $+40^{\circ}$  Celsius an.

Temperatur des Thau- punktes.	Entsprechende Spannkraft des Wasser- dampfes.	Gewicht des Wasser- dampfes in 1 Cubikmeter Luft.	Temperatur des Thau- punktes.	Entsprechende Spannkraft des Wasser- dampfes.	Gewicht des Wasser- dampfes in 1 Cubikmeter Luft.
	mm	gr		mm	gr
$-20^{\circ}$	1,3	1,5	19 <sup>o</sup>	16,3	16,2
$-15$	1,9	2,1	20	17,4	17,3
$-10$	2,6	2,9	21	18,3	18,1
$-5$	3,7	4,0	22	19,4	19,1
0	5,0	5,4	23	20,6	20,2
1	5,4	5,7	24	21,8	21,3
2	5,7	6,1	25	23,1	22,5
3	6,1	6,5	26	24,4	23,8
4	6,5	6,9	27	25,9	25,1
5	6,9	7,3	28	27,4	26,4
6	7,4	7,7	29	29,0	27,9
7	7,9	8,2	30	30,6	29,4
8	8,4	8,7	31	32,4	31,0
9	8,9	9,2	32	34,3	32,6
10	9,5	9,7	33	36,2	34,3
11	10,1	10,3	34	38,3	36,2
12	10,7	10,9	35	40,4	38,1
13	11,4	11,6	36	42,7	40,2
14	12,1	12,2	37	45,0	42,2
15	12,8	13,0	38	47,6	44,4
16	13,6	13,7	39	50,1	46,7
17	14,5	14,5	40	53,0	49,2
18	15,4	15,3			

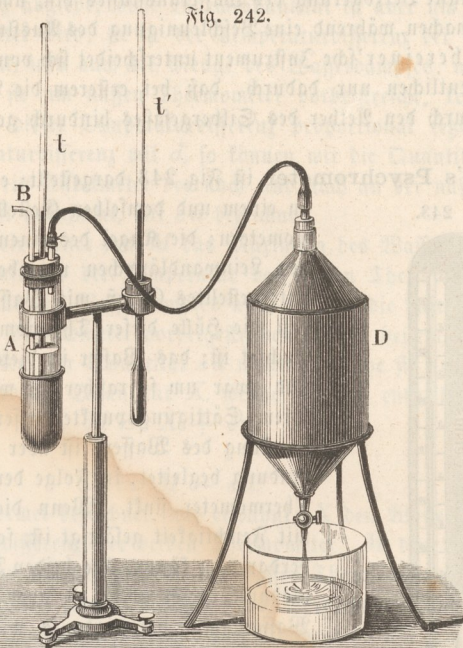
Wenn uns das Hygrometer für den Thaupunkt  $12^{\circ}$  C. anzeigt, so ersehen wir aus dieser Tabelle, daß jedes Cubikmeter Luft 10,7 Gramm Wasserdampf enthält; wäre der Thaupunkt  $17^{\circ}$  C., so enthielte jedes Cubikmeter Luft 14,5 Gramm Wasserdampf u. s. w.

Gegen die Genauigkeit der Angaben des Daniel'schen Hygrometers lassen sich mit Recht folgende Einwendungen machen. Der Aether in der Ku-

gel *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, welcher 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 Daniel'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.

Vor Kurzem hat Regnault ein Instrument angegeben, welches als eine Bervollkommnung des eben erwähnten Döbereiner'schen angesehen werden kann. Am unteren Ende der Glasröhre *A*, Fig. 242, ist ein fingerhutartiges



Gefäß von dünnem polirtem Silberblech befestigt, welches ungefähr 20<sup>mm</sup> Durchmesser hat und 45<sup>mm</sup> 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 *A* 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 Maße 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 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.

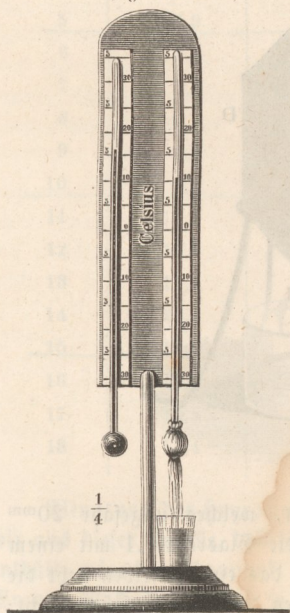
Wenn das Silbergefäß die Temperatur des Thaupunktes erreicht hat, so reicht die geringste Verzögerung des Wasserausflusses hin, um den Beschlag verschwinden zu machen, während eine Beschleunigung des Ausflusses ihn vermehrt.

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.

181

August's Psychrometer ist Fig. 243 dargestellt; es besteht aus zwei

Fig. 243.



an einem und demselben Gestelle befestigten Thermometern; die Kugel des einen ist mit einem feinen Leinwandläppchen umgeben, welches in ein untergestelltes Gefäß mit Wasser herabhängt, so daß die Hülle dieser Thermometerkugel stets befeuchtet ist; das Wasser in dieser Hülle verdunstet, 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 sinkt. Wenn die Luft vollkommen mit Feuchtigkeit gesättigt 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 umwickelte Thermometer sinken, und zwar um so tiefer, je weiter die Luft von ihrem Sättigungspunkte entfernt ist. Aus der Temperaturdifferenz der beiden Thermometer kann man auf den Feuchtigkeitszustand der Luft schließen.

Wenn ein hinreichend starker Luftzug stattfindet, so wird sich die an der nassen Thermometerkugel vorbeistreichende Luft mit Wasserdampf sättigen,