

# **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

## **Meteorologie**

**Trabert, Wilhelm**

**Berlin [u.a.], 1918**

Feuchtigkeit

## Feuchtigkeit.

### § 34. Absolute und relative Feuchtigkeit.

In dem Kapitel über die Bestandteile der Atmosphäre haben wir von dem Betrag des Wasserdampfes und dessen Bedeutung Kenntniss erhalten. Diesen Betrag, den Gehalt einer bestimmten Menge Luft an Wasserdampf etwa in Grammen ausgedrückt, welcher von geringen Mengen bis zu etwa 25 g pro Kubikmeter Luft wechselt, nennt man die absolute Feuchtigkeit der Luft. Da nun aber dieser in der Luft schwebende Wasserdampf zu jenem Druck der Atmosphäre beiträgt, welchen wir mit dem Barometer messen, so kann man diese absolute Feuchtigkeit auch durch den Anteil bestimmen, welchen sie an dem Luftdruck hat, und in diesem Sinne spricht man statt von „absoluter Feuchtigkeit“ von dem „Dampfdruck“ und gibt denselben, wie den Luftdruck, in Millimetern Quecksilberhöhe an.

Mit dem Begriffe dieser absoluten Feuchtigkeit sind aber die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft noch keineswegs vollständig bestimmt. Speziell ihre Bedeutung für die Organismen auf der Erdoberfläche wird weit mehr durch jene Menge Wasserdampfes bestimmt, welche die Luft noch zu fassen vermag. Je nach der Temperatur ist nämlich der Betrag des Wasserdampfes, welchen die Luft bis zu ihrer vollen Sättigung aufnehmen kann, ein verschiedener, aber, wie die folgende Tabelle lehrt, ein festbestimmter:

#### Menge des Wasserdampfes bei Sättigung.

Temperatur:	—10°	0°	10°	20°	30°
Betrag in g pro m <sup>3</sup> :	2,3	4,9	9,4	17,2	30,1
Dampfdruck in mm	2,2	4,6	9,1	17,4	31,5

Da es also vornehmlich darauf ankommt, wie weit die Luft von der Sättigung entfernt ist, so sah man sich genötigt,

einen neuen Begriff einzuführen: die relative Feuchtigkeit, d. i. das Verhältnis des tatsächlichen Wasserdampfgehaltes zu dem bei der betreffenden Temperatur möglichen. Diese Verhältniszahl pflegt man in Prozenten anzugeben.

Gerade dieser letztere Begriff bestimmt in erster Linie die Trockenheit eines Klimas. Die Schnelligkeit der Verdunstung und des Trocknens feuchter Körper, die Transpiration durch die Haut und damit unser Durstgefühl — alles dies rührt von dem geringen Betrag der relativen Feuchtigkeit her.

Der Unterschied zwischen beiden Begriffen zeigt sich in folgenden Erscheinungen. In den feuchten Polargegenden legt man die feuchtgewordenen Pelze auf den Schnee, und sie trocknen über Nacht; ja getrocknete Körper enthalten hier bei der geringen absoluten Feuchtigkeit weit weniger Wasser als solche, die in warmen Klimaten bei großer absoluter Feuchtigkeit getrocknet wurden. Trotz des häufigen Nebels fand der Nordpolfahrer Payer zu seinem Erstaunen eine aufbewahrte Zigarre zu Staub verwandelt; fast alle Feuchtigkeit war ihr entzogen worden. Wir haben es hier mit zwei ganz verschiedenen Dingen zu tun: die Schnelligkeit der Verdunstung wird durch die relative Feuchtigkeit bestimmt, die Fähigkeit der Luft aber, den Körpern den Wassergehalt zu entziehen, also die Intensität der Austrocknung, hängt auch von der absoluten Feuchtigkeit ab.

Mit diesen beiden Begriffen ist aber der Feuchtigkeitszustand der Luft auch vollständig und auf das einfachste bestimmt. Sie beide sind notwendig, aber auch hinreichend zu seiner Charakterisierung. Für manche Zwecke ist es allerdings von Vorteil, etwa den „Taupunkt“ einzuführen, d. i. die Bezeichnung der Temperatur, bei welcher Sättigung bei der gegebenen Wasserdampfmenge eintreten würde, oder das sogenannte „Sättigungsdefizit“, d. i. jene Menge Wasser-

dampf, die ein bestimmtes Luftquantum bis zur Sättigung noch zu fassen vermag. Ein neuer physikalischer Begriff wird aber damit nicht eingeführt.

### § 35. Psychrometer und Hygrometer.

Wie messen wir nun den Feuchtigkeitsgehalt der Luft? Am gewöhnlichsten mit Hilfe des Augustischen „Psychrometers“, d. h. eines Doppelthermometers, von dem das eine Thermometer die gewöhnliche Lufttemperatur angibt, während das zweite (Fig. 34) durch eine sehr dünne Musselinhülle, von welcher das untere Ende in ein Gefäß mit Wasser taucht, fortwährend feucht erhalten wird. Ist die Luft verhältnismäßig trocken, so wird beständig Wasser verdampfen, und da zur Verdampfung Wärme verbraucht wird, wird dieses befeuchtete Thermometer notwendig tiefer zeigen als das trockene. Stehen beide Thermometer gleich, so beweist dies offenbar, daß von der Wasserschicht nichts verdunstet, also die Luft bereits gesättigt ist; je größer dagegen die Psychrometerdifferenz ist, um so trockener die Luft. In den sogenannten Psychrometertafeln<sup>1)</sup> ist ein für allemal berechnet, welche Feuchtigkeit jeder einzelnen Psychrometerdifferenz entspricht.

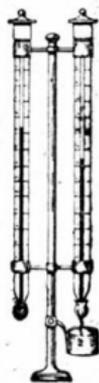


Fig. 34.  
Psychrometer.

Da die Verdampfung aber auch von der Windgeschwindigkeit abhängt, so ist es von großem Vorteil, daß Assmann auch das befeuchtete Thermometer bei seinem Aspirationspsychrometer in den stets konstanten Luftstrom eingefügt hat; nicht bloß die Angaben der Lufttemperatur, sondern auch die der Feuchtigkeit sind also mit Assmanns Instrument weit verlässlicher<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Zeline's Psychrometertafeln und Hygrometertafeln. 6. Auflage. Wien 1911. W. Engelmanns Verlag in Leipzig.

<sup>2)</sup> Aspirations-Psychrometertafeln, herausgegeben vom Kgl. preuß. Meteor.-Institut. Verlag Bieweg und Sohn, Braunschweig 1908.

Man kann die Feuchtigkeit auch mit Hilfe der „Hygrometer“ messen. Wir besprechen hier nur jene, die auf der Eigenschaft der sogenannten hygroskopischen Körper beruhen, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen und sich dadurch zu verlängern. Die Haarhygrometer (Stoppes Haarhygrometer, Lambrechts Polymeter) beruhen hierauf. Durch die Verkürzung oder Verlängerung eines einzelnen Haares oder eines Bündels derselben wird ein Zeiger, oder bei selbstschreibenden Apparaten (Hygrograph von Richard) ein Schreibstift bewegt, welcher direkt die relative Feuchtigkeit angibt.

Solange die Wasserschicht des Psychrometers nicht gefroren ist, sind seine Angaben wohl verlässlicher; bei tiefen Temperaturen aber ist ein gutes Haarhygrometer dem Psychrometer vorzuziehen, wenn letzteres nicht sehr sorgfältig behandelt wird. Auch die Haarhygrometer bedürfen öfterer Nachprüfungen.

### § 36. Verdampfung.

Woher rührt nun aber der fortwährende Wechsel im Feuchtigkeitsgehalte der Luft? Ursache desselben ist die größere oder geringere Verdampfung des Wassers, welches sich überall auf der Erdoberfläche vorfindet, und der Wechsel der Luftströmungen, die uns Luft bald aus feuchten, bald aus trockeneren Gegenden zuführen.

Die Verdampfung findet nun aber keineswegs allein über Wasserflächen statt, wenn sie auch über diesen am intensivsten ist: vor allem ist es der bewachsene Erdboden, welcher durch die pflanzlichen Organismen eine bedeutende Menge Wasser an die Atmosphäre abgibt, aber auch von unbewachsenem, feuchten Erdreich verdampft sehr viel. Besonders der Wind begünstigt die Verdampfung ungemein.

Zur Messung der Verdunstung bedient man sich der „Verdunstungswagen“ (Fig. 35, Verdunstungswage nach Wild),

an deren Zeiger die Veränderungen des Gewichts eines flachen, mit Wasser gefüllten Gefäßes abzulesen sind. Das Instrument zeigt unmittelbar an, wie viele Millimeter die verdampfte Wasserschicht hoch war. Übrigens geben diese Meßinstrumente je nach der Größe der verdunsteten Fläche verschiedene Resultate; denn wenn rings um eine verdunstende Fläche sich gleichfalls Wasser befindet, also von der Seite schon feuchte Luft zuströmt, so verdampft natürlich weniger Wasser.

Der Betrag der Verdampfung in einer gewissen Zeit ist je nach der Temperatur sehr verschieden; so verdunsteten in Massaua bei einer mittleren Jahrestemperatur von etwa  $30^{\circ}\text{C}$  im Mittel pro Tag etwa 7 mm, im Jahr 2300 mm. Nach den in Montpellier angestellten Beobachtungen ist die Verdampfung in den Sommermonaten etwa dreimal so groß wie in den Wintermonaten, ebenso im Lauf des Tages etwa viermal größer als in der Nacht.

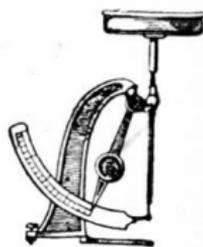


Fig. 35. Verdunstungswage.

Besonders wichtig ist, worauf besonders Bezold aufmerksam gemacht hat, die Verdampfung für die Bewegung der Wärme in der Atmosphäre. Mit jedem verdampfenden Millimeter (d. i. pro Quadratmeter 1 kg Wasser) werden an der Erdoberfläche etwa 600 Großkalorien<sup>1)</sup> verbraucht und mit dem Wasserdampf in höhere Luftschichten emporgeführt. Daß bei dem Wärmetransport durch Konvektion die Verdampfungswärme eine große Rolle spielt, haben wir im Kapitel über die Temperaturabnahme mit der Höhe gesehen. Durch die Verdampfung wird aber Wärme nicht bloß in die höheren Schichten, sondern auch vom Ozean zum Land und von heißeren Gegenden in kältere geführt.

<sup>1)</sup> Eine große Kalorie ist jene Wärme, die nötig ist, um 1 kg Wasser von  $0^{\circ}$  auf  $1^{\circ}\text{C}$  zu erhöhen; sie ist 1000 mal größer als die kleine Kalorie. Siehe S. 17 Anmerkung.

### § 37. Periodische Änderungen im Feuchtigkeitsgehalte der Luft und die Abnahme desselben mit der Höhe.

In engem Zusammenhang mit der Verdampfung stehen die periodischen Änderungen der absoluten Feuchtigkeit. In der heißen Jahreszeit erreicht dieselbe ihr Maximum, im Winter ihr Minimum.

Nicht ganz so regelmäßig ist der tägliche Gang der absoluten Feuchtigkeit. Auf Berggipfeln geht derselbe, wie Hann gezeigt hat, zwar nahezu parallel mit der Temperatur, und ähnlich verhalten sich auch manche Stationen der Niederung. Meistens aber wird an den letzteren von 9<sup>h</sup> vormittags an der Dampfdruck wieder sinken, da um diese Zeit unter dem Einfluß der Bodenerwärmung die aufsteigende Bewegung der Luft beginnt, wobei die Feuchtigkeit von den tieferen Schichten in die Höhe geführt wird. Das „normale“ Maximum ist somit durch dieses von der Konvektion herrührende Minimum um etwa 4<sup>h</sup> nachmittags in zwei Maxima gespalten, welche ungefähr auf 9<sup>h</sup> früh und 9<sup>h</sup> abends fallen. Der Eiffelturm zeigt nach Augot nur ein ausgesprochenes Maximum um 9<sup>h</sup> früh und ein Minimum um 5<sup>h</sup> abends.

Da die Schwankungen der absoluten Feuchtigkeit im Laufe des Jahres im allgemeinen nicht so groß sind als die der Temperatur, so gibt bei der relativen Feuchtigkeit, welche von Dampfdruck und Temperatur abhängt, der Gang dieser letzteren den Ausschlag, so daß die relative Feuchtigkeit im Winter und am Morgen ihr Maximum, im Sommer und nachmittags ihr Minimum erreicht. Dies gilt jedoch nicht mehr für höhere Luftschichten. Da diesen gerade in der warmen Tages- und Jahreszeit der meiste Wasserdampf zugeführt wird, so ist hier der Gang ein umgekehrter. Zur besseren Übersicht dieser Verhältnisse folgen hier für Wien und Sonnblick (3106 m) der jährliche Gang der relativen und absoluten Feuchtigkeit. Der tägliche Gang ist weit geringer.

	Jan.	März.	Mai.	Juli.	Sept.	Nov.
Jährlicher Gang der relativen Feuchtigkeit.						
Wien:	84	73	67	71	76	84%
Sonnblick:	84	90	91	93	89	82%
Jährlicher Gang der absoluten Feuchtigkeit.						
Wien:	3,4	4,4	9,2	11,3	9,5	4,8 mm
Sonnblick:	1,5	1,5	3,3	4,4	3,8	1,9 mm

Dieses Beispiel belehrt uns auch über die vertikale Verteilung: die relative Feuchtigkeit nimmt zu, die absolute ab, da ja die Temperatur oben eine viel geringere ist, also die Luft weniger Feuchtigkeit zu fassen vermag. Nach dem von Hamn gefundenen Gesetz für die Abnahme des Dampfdruckes<sup>1)</sup> gibt folgende Tabelle den Dampfdruck für die verschiedenen Höhen unter der Voraussetzung an, daß der Dampfdruck am Meeresniveau 10 mm beträgt.

#### Dampfdruck.

Höhe:	0	500	1000	2000	3000	5000 m
Dampfdr.:	10,0	8,4	7,0	4,9	3,5	1,7 mm

Die horizontale Verteilung der Feuchtigkeit hängt in erster Linie vom Vorhandensein größerer Wasserflächen ab; im übrigen ist der Dampfdruck am größten in den Tropen, in den höheren Breiten am kleinsten.

## Bewölkung.

### § 38. Kondensation.

Durch die „Konvektion“ wird, wie früher gezeigt worden ist, die warme, feuchte Luft vom Erdboden in höhere Schichten geführt. Da sich die Luft beim Aufsteigen in höhere

<sup>1)</sup>  $\log e_h = \log e_0 - \frac{h}{6300}$ , wo  $e_0$  der Dampfdruck unten,  $e_h$  derselbe in der Höhe  $h$  ist. Diese Formel gilt in dieser Form nur für die Abnahme des Dampfdruckes im Gebirge; für die freie Atmosphäre nimmt die Konstante den Wert 5250 an (bis zu Höhen von 4,5 km).