

## Einflüsse von Luftdruck und Temperatur auf die relative Luftfeuchtigkeit

von L. Hübschen

Laboratorium der Wilh. Quester Maschinenfabrik, Köln

In der Praxis taucht immer wieder die Frage auf, in welchem Maße Luftdruck und Temperatur die relative Luftfeuchte beeinflussen. Beide Größen sind durch die äußeren Wetterbedingungen vorgegeben und direkt meßbar, wobei es meist keine allzu großen Schwierigkeiten macht, die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur durch klimatisierte Räume konstant zu halten; anders ist es mit dem Luftdruck. Es soll daher einmal untersucht werden, wie eine vorgegebene Atmosphäre definierter relativer Luftfeuchte durch Luftdruckänderungen und Temperaturschwankungen beeinflusst wird.

Hierzu greift man auf die Theorie des Aspirationspsychrometers zurück; aus ihr ist die Sprungsche Psychrometerformel abgeleitet worden (Ableitung z. B. bei A. Gramberg: Techn. Messungen, Springer-Verlag, Berlin, 1953, S. 337–340). Sie lautet:

$$(1) p_d = p_f - 0,5 (t_t - t_f) \frac{b}{755}; \text{ darin sind:}$$

$p_d$  = Partialdruck des Wasserdampfes in mm Hg bei der Temperatur  $t_t$ ,

$p_f$  = Sättigungsdruck des Wasserdampfes in mm Hg bei der Temperatur  $t_f$ ,

$b$  = Luftdruck in mm Hg,

$t_t$  = Temperatur des Trockenthermometers in °C,

$t_f$  = Temperatur des Feuchtthermometers in °C,

$t_t - t_f$  = psychrometrische Differenz in °C.

Aus dem Wert für  $p_d$  und dem Sättigungsdruck  $p_s$  des Wasserdampfes in mm Hg bei der Temperatur  $t_t$  läßt sich die relative Luftfeuchte bestimmen:

$$(2) \varphi = \frac{p_d}{p_s} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Zur Luftfeuchtigkeitsbestimmung nach der Sprungschen Formel ist eine umständliche Rechnung notwendig; daher sind auf dieser Basis Zahlentafeln und Kurven aufgestellt worden, die die Ermittlung der relativen Luftfeuchte aus der Temperatur des Trockenthermometers und der psychrometrischen Differenz gestatten. Solche Kurven sind als „Psychrometertafeln“ bekannt.

Die Sprungsche Formel enthält den Term  $\frac{755}{b}$ ; durch diesen steht also der Wert der zu bestimmenden relativen Luftfeuchte in Beziehung zum Luftdruck, obwohl die eigentliche Definition der relativen Luftfeuchte darüber nichts aussagt; sie wird nämlich definiert entweder als das Verhältnis des wirklichen Dampfdrucks zum Sättigungsdruck bei gleicher Temperatur oder als

Verhältnis des wirklichen absoluten Feuchtigkeitsgehaltes zum größtmöglichen Feuchtigkeitsgehalt bei gleicher Temperatur; und hier taucht nirgendwo der Luftdruck auf.

Die Sprungsche Formel muß aber den barometrischen Beiwert enthalten, weil sich am feuchten Thermometer des Aspirationspsychrometers — durch die Ventilation bedingt — physikalische Vorgänge abspielen (und hierzu muß wiederum auf die Theorie verwiesen werden), die einen solchen Faktor erforderlich machen. Das hängt mit dem Luftvolumen und dem Luftgewicht zusammen. Bei verschiedenem Luftdruck  $b$  hat 1 kg Luft bei gleicher Temperatur im Sättigungszustand verschiedene Wasserdampfmengen, weil die Volumeinheit zwar gleiches Dampfgewicht (bei 20 C: 0,01729 kg/m<sup>3</sup>), aber verschiedenes Luftgewicht (bei 20° C und 750 mm Hg: 1,181 kg/m<sup>3</sup>; bei 760 mm Hg: 1,195 kg/m<sup>3</sup>; bei 770 mm Hg: 1,212 kg/m<sup>3</sup>) aufweist. Damit ergeben sich auch im  $i$ - $x$ -Diagramm (R. Mollier) für verschiedene Luftdrucke verschiedene Sättigungslinien ( $\varphi = 1$ ) und verschiedene Linien gleicher relativer Luftfeuchte. Gewöhnlich begnügt man sich jedoch mit einem  $i$ - $x$ -Diagramm, das für einen bestimmten mittleren Luftdruck  $b$  gezeichnet wird.

Welchen Einfluß hat nun eine Luftdruckänderung auf die relative Luftfeuchte? Ist der Luftdruck 755 mm Hg, so hat der Beiwert in der Sprungschen Formel den Wert 1. Es zeigt sich aber häufig, daß der Luftdruck um 30 bis 40 mm Hg schwankt. Dann ändert sich der Beiwert geringfügig, wie an einem Beispiel gezeigt wird.

Es sei angenommen: Lufttemperatur 20° C, psychrometrische Differenz 4° C. Dann ist nach der Sprungschen Formel:

$$\text{für 730 mm Hg: } P_d = 13,63 - 0,5 (20-16) \frac{730}{755} = 11,70 \text{ mm Hg}$$

$$\text{und daraus } = \frac{11,70}{17,54} = 66,7\% \text{ relative Luftfeuchte}$$

für 755 mm: 66,3% relative Luftfeuchte; für 780 mm: 65,8% relative Luftfeuchte.

Dieses Ergebnis zeigt, daß man Luftdruckschwankungen in der Praxis keinen großen Wert beizumessen braucht, da einerseits diese Werte die Sorptions-Isothermen geringfügig beeinflussen und andererseits die Veränderungen in einem so kurzen Zeitraum erfolgen, daß sich der Luftdruck bereits wieder geändert hat, ehe der Feuchteausgleich erfolgt ist.

Anders verhält es sich mit der Änderung der Temperatur. Halten wir an dem obigen Beispiel fest, daß eine relative Luftfeuchte von 66,3% vorliegt. Bei 20° C beträgt der zugehörige Partialdampfdruck 11,70 mm Hg und der Satttdampfdruck 17,54 mm Hg. Es soll der Partialdampfdruck gleich bleiben und die Temperatur schwanken. Damit ändert sich der Satttdampfdruck; für 19° C erhält man bei einem Satttdampfdruck von 16,48 mm Hg dann eine relative Luftfeuchte von 71,0%, bei 18° C von 75,5%; erhöht sich die Temperatur von 20° auf 21° und 22° C, dann ändern sich die Satttdampfdrucke auf 18,65 bzw. 19,83 mm Hg und damit die relative Luftfeuchte auf 62,7% bzw. 59,0%. Man sieht daraus, daß eine Temperaturänderung um 2° C bereits die relative Luftfeuchte um 8% und eine solche von 4° C um über 16% verschiebt. Diese Werte sind aber ganz beträchtlich und beeinflussen die Tabakfeuchte über die Sorptionsisotherme.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Zur Einhaltung einer konstanten relativen Luftfeuchtigkeit ist eine Temperaturkonstanz unerlässlich, wogegen die Luftdruckschwankungen vernachlässigt werden können.

#### SUMMARY

For keeping the relative humidity of air constant, temperature has to be constant while variations of atmospheric pressure might be neglected.

#### RÉSUMÉ

Pour tenir l'humidité relative de l'air constante il est nécessaire que la température reste constante, tandis que les variations de la pression atmosphérique peuvent être négligées.

*Anschrift des Verfassers: Wilh. Quester Maschinenfabrik  
Köln-Sülz, Postfach 188*