

Das Einfach-"Psychrometer"

Mit der "Verdunstungskälte" die Luftfeuchtigkeit messen.

Die Relative Luftfeuchtigkeit wird normalerweise mit dem Hygrometer gemessen. Ein Absorptions-hygrometer nutzt den Effekt dass sich bestimmte Stoffe, z.B. Haare bei Feuchtigkeitsaufnahme ausdehnen. Bei den üblichen Haar-Hygrometer wird die Ausdehnung bzw. Verkürzung des Haares auf einen Zeiger übertragen. Der dahinter stehende Mechanismus ist leider nicht sichtbar.

Mit einem Psychrometer (psychros: "Kälte") kann die Luftfeuchte erheblich genauer als mit einem Haar-Hygrometer bestimmt werden.

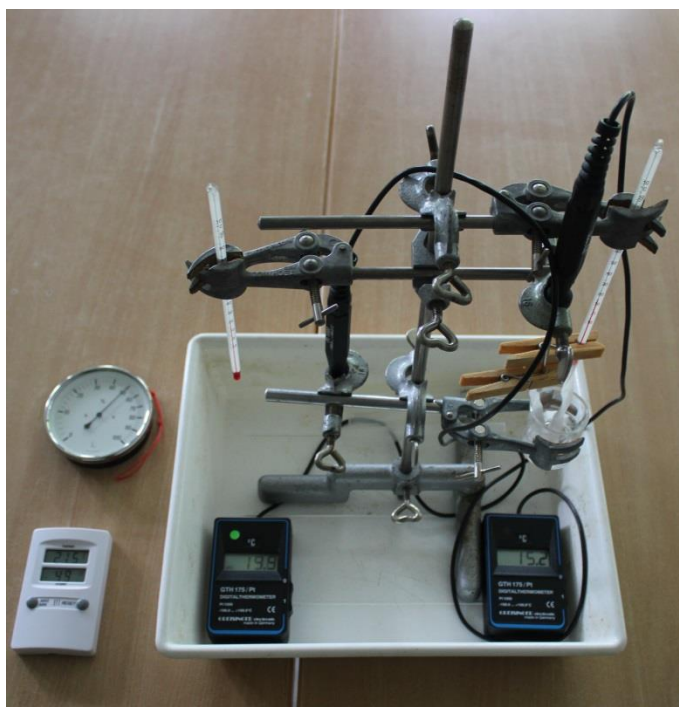
Das Psychrometer besteht aus zwei Thermometern. Der Fühler des einen ist trocken, der des anderen wird feucht gehalten. Das feuchte Thermometer wird aufgrund der Verdunstung abgekühlt. Je niedriger der Wasserdampfgehalt der Luft, desto stärker die Verdunstung und daher der Temperaturabfall. Tritt keine Abkühlen auf ist die maximale Sättigung von 100% erreicht.

Die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Thermometern kann in "Relative Feuchte" übersetzt werden. Sie wird mit Hilfe der Psychrometerformel errechnet oder an einer Psychrometertafel abgelesen.

Wichtig ist dabei, dass die Luft um das feuchte Thermometer herum in Bewegung bleibt so dass sich keine Wasserdampfsättigung einstellen kann.

Beim **Aßmannschen Aspirationspsychrometer** stecken beide Thermometer in vor Strahlung schützenden Rohren. Sie werden von einem Ventilator mit einem konstanten Luftstrom ventiliert.

Beim **Schleuderpsychrometer** wird durch kreisende Bewegungen des Thermometers ein Luftstrom erzeugt.



Dieses Selbstbau- und Experimentier-Psychrometer besteht aus zwei analogen Flüssigkeitsthermometern und zwei Digitalthermometern.

Die rechten Thermometer sind mit Küchenkrepp umwickelt das mit Klammern befestigt wird.



Das Papier taucht in einen Becher mit Wasser. So wird ständig Feuchtigkeit nachgeliefert und die Verdunstungsverluste kompensiert.

Das Wasser muss natürlich die gleiche Temperatur aufweisen wie die Umgebungsluft.

Bei dem geringen Volumen und der relativ großen Oberfläche hat sich das Temperaturgleichgewicht aber schnell eingestellt.

Das "Psychrometer" wird vorzugsweise an einem windigen Ort aufgestellt. Ersatzweise kann auch ein auf "Kalt" gestellter Fön für einen steten Luftwechsel sorgen.

Die Flüssigkeits- und Digitalthermometer zeigen paarweise identische Werte an. Ein Zeiger- und ein Digitalhygrometer dienen als Kontrollgeräte.

Mit zwei digitalen Thermometern erhielten wir die gleichen Ergebnisse.



Das linke Thermometer (trocken) zeigt 19,9°, das rechte (feuchte) Thermometer 4° weniger.

Die Temperaturdifferenz lässt sich in Relative Luftfeuchte übersetzen:

Sie beträgt im konkreten Fall 68%

Das feuchte und schnell bewegte Papier sollte mit einer Wäscheklammer oder einem Kabelbinder fixiert werden .

Berechnung nach der Psychrometerformel:

Aus der Differenz zwischen den Temperaturen (trocken - feucht) lässt mit Hilfe der Psychrometerformel sich die relative Luftfeuchte bestimmen:

$$\varphi = \frac{e}{E} * 100\%$$

φ = relative Feuchte, e = tatsächlicher Wasserdampfdruck, E = Sättigungsdampfdruck

Der Sättigungsdampfdruck $E_{trocken}$ beträgt nach der Magnus-Formel

$$E_{trocken} = 6,112 \text{ hPa} * \exp\left(\frac{17,62 * t_{trocken}}{243,12^\circ\text{C} + t_{trocken}}\right)$$

Der Sättigungsdampfdruck E_{feucht} beträgt nach der Magnus-Formel

$$E_{feucht} = 6,112 \text{ hPa} * \exp\left(\frac{17,62 * t_{feucht}}{243,12^{\circ}\text{C} + t_{feucht}}\right)$$

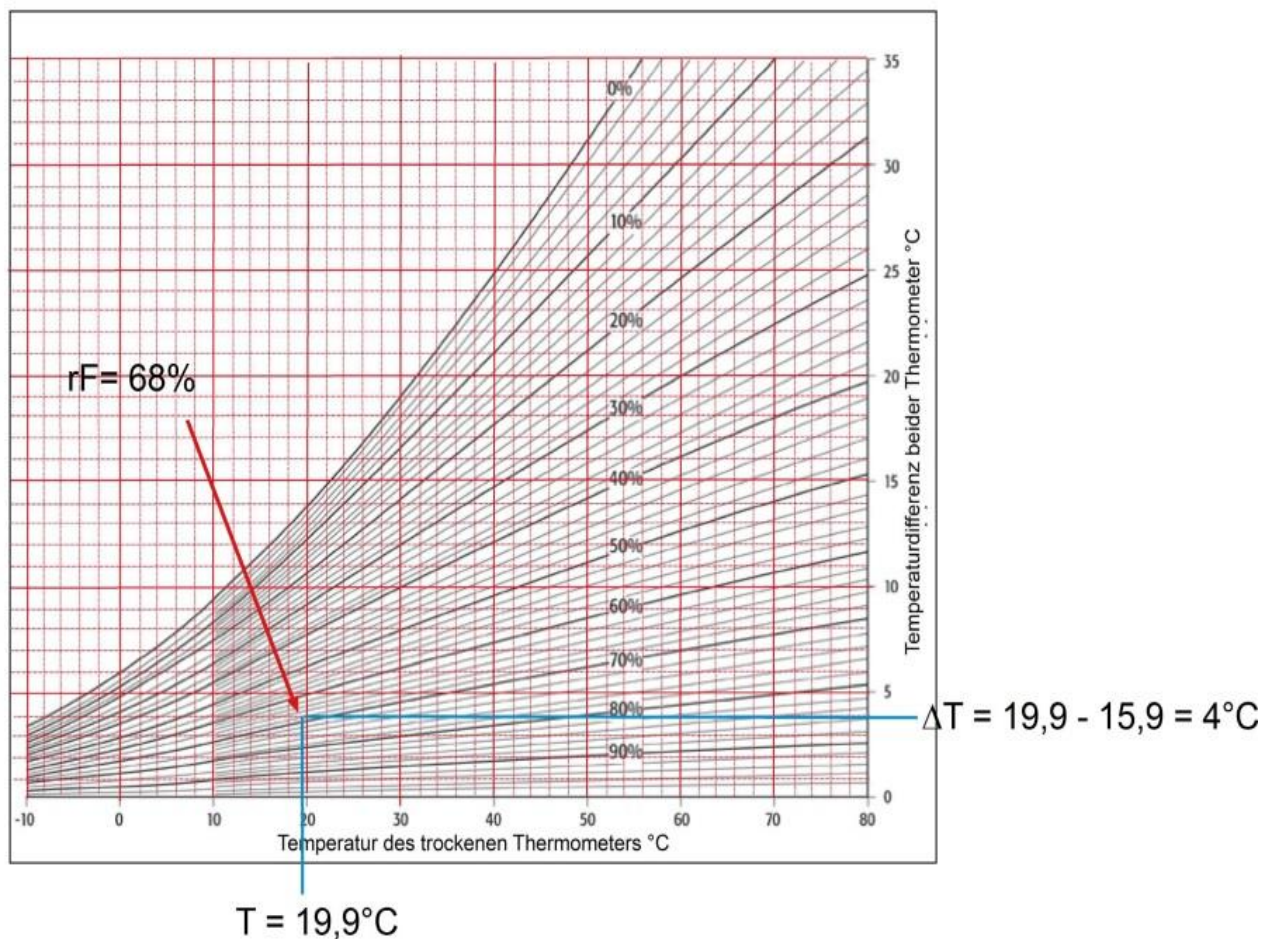
Der tatsächliche Dampfdruck e folgt aus der Sprung'schen Formel

$$e = E_{feucht} - \gamma(t_{trocken} - t_{feucht})$$

Mit der Psychrometerkonstante $\gamma = 0,67 \text{ hPa/K}$

Psychrometertafel

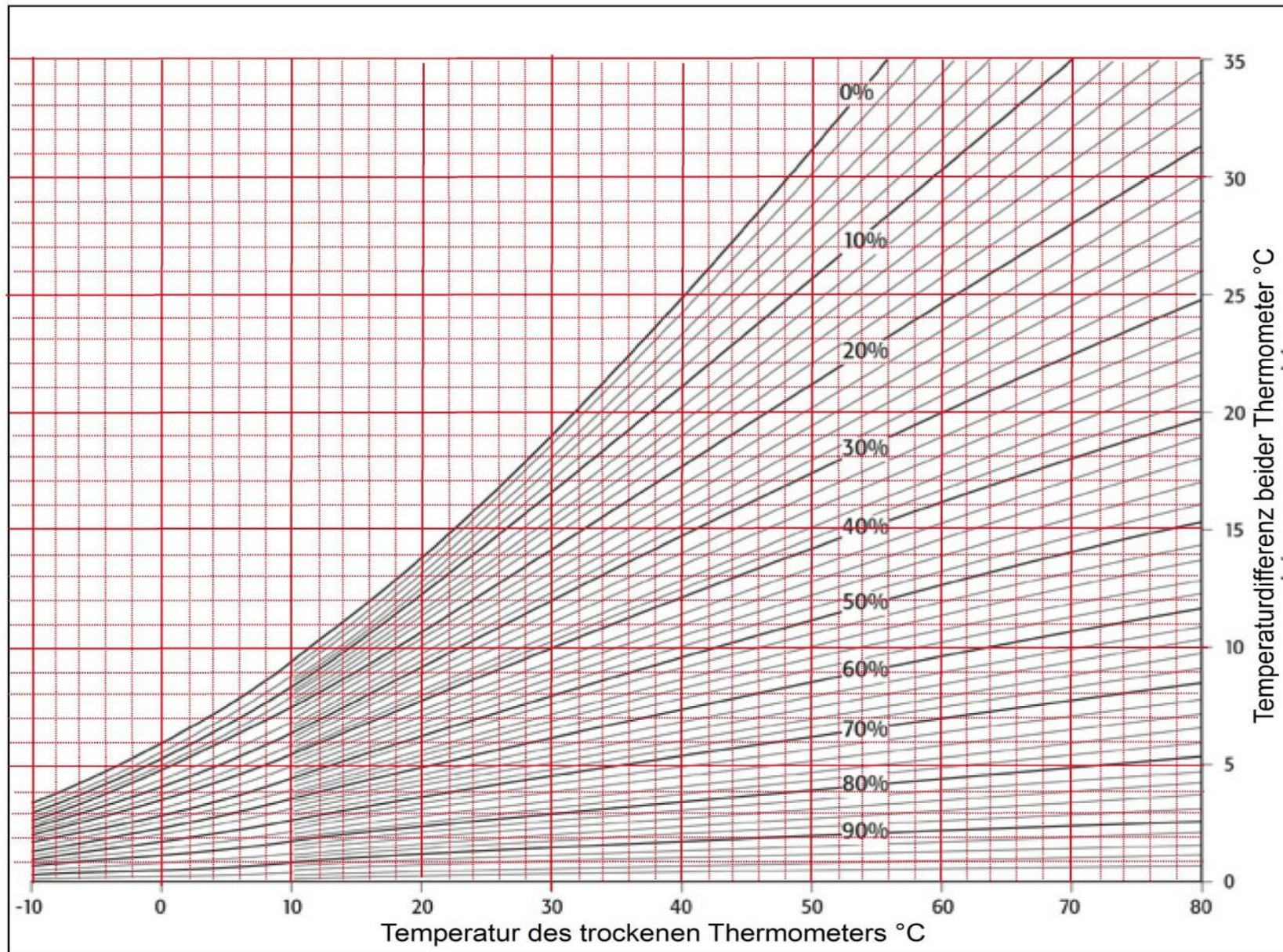
Ablesebeispiel



Eine Alltagserfahrung sagt uns, dass aufgehängte Wäsche bei Wind schneller trocknet als in unbewegter Luft.

Analog zum "Schleuderpsychrometer" sollte der feuchte Messfühler ständig und schnell bewegt werden (optimal 2 m/s).

Aber bitte nicht schleudern weil sonst das Kabel beschädigt wird!



Grafik: Ingo Mennerich