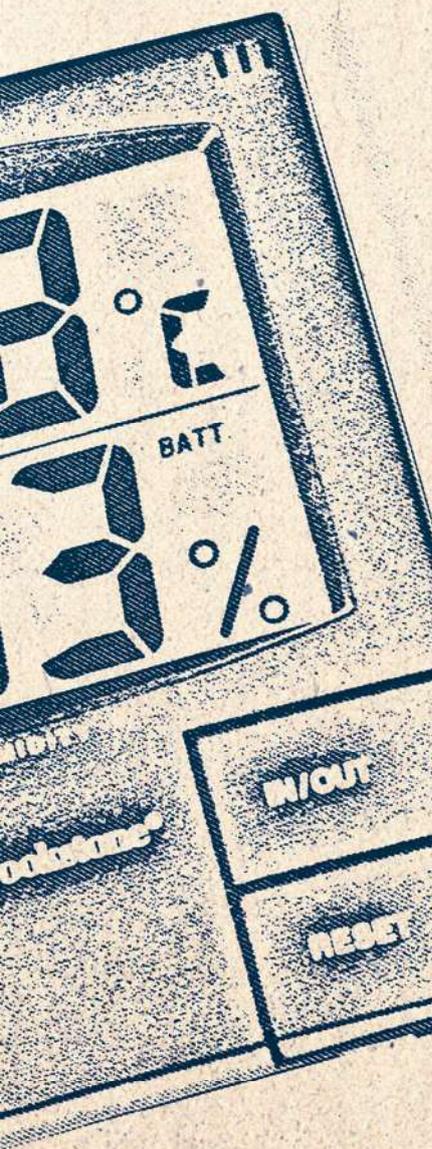


ALLES IST RELATIV ... EVERYTHING IS RELATIVE ...

VOR ALLEM DIE LUFTFEUCHTIGKEIT /// MAINLY HUMIDITY



Welchem Gerät soll man
Glauben schenken?
Which gadget should we give
credence to?

Wer kennt nicht das Problem? Legt man mehrere Hygrometer in einen Humidor, so zeigt jedes Gerät einen anderen Wert an. Frustrierend. Die präzise Messung der relativen Luftfeuchtigkeit ist schwierig, dennoch möchte ich versuchen, sie so einfach wie möglich zu erklären.

Mit dem Begriff Feuchtigkeit bezeichnet man den Wassergehalt eines Stoffs. Wie jeder andere Stoff hat auch Luft nur eine begrenzte Aufnahmefähigkeit. Je wärmer sie ist, desto mehr kann sie speichern. Wenn bei einer bestimmten Temperatur in der Luft so viel Wasser (Dampf) enthalten ist, dass sie nicht noch mehr davon aufnehmen kann, spricht man von Sättigung oder maximaler Luftfeuchte. Unterhalb des Sättigungswertes ist feuchte Luft von trockener mit dem Auge nicht zu unterscheiden. Oberhalb der Sättigung fällt der überschüssige Wasseranteil in Form feiner Wassertröpfchen (Nebel) aus.

Die relative Luftfeuchte ist es, die uns interessiert; sie wollen wir messen. Es gibt verschiedene Messmethoden. Hier betrachten wir nur diejenigen, die bei der Zigarrenlagerung eine gewisse Relevanz haben.

Analoge Hygrometer zeigen ein Zifferblatt, an dessen Rückseite eine Messmechanik montiert ist. Änderungen der Luftfeuchte bewirken eine Bewegung der Mechanik, die den Zeiger über das Zifferblatt bewegt.

SPIRALHYGROMETER

Messfehler von bis zu 20 Prozent sind die Norm. 95 Prozent aller Humidore sind standardmäßig mit Spiralthygrometer ausgerüstet. Nicht weil es das Beste, sondern weil es

TEXT & PHOTOS: MARC ANDRÉ

Who doesn't know the problem? If you put several different hygrometers in a humidor, each instrument shows a different value. Frustrating. The precise measurement of relative humidity is difficult, however we would still like to attempt to explain it as simply as possible.

The term humidity refers to the moisture content of a substance. Like every other substance, air also has a limited capacity. The hotter the air is, the more water it can hold. If, at a given air temperature, there is so much water (vapor) that it can no longer be absorbed any more, we speak of saturation or maximum humidity. Below this saturation value, moist air cannot be discerned from dry air by eye. Above the saturation value, the excess water content precipitates in the form of fine water droplets (fog).

It is relative humidity that we're interested in; this is what we want to measure. There are several different methods of measurement. Here we are only taking into account the ones that have a certain relevance to cigar storage. Analog hygrometers have an indicator to which a measurement mechanism is attached at the back. Changes to humidity cause movement in the mechanics, which move the indicator via the dial.

METAL-PAPER COIL HYGROMETER

Measurement errors of up to 20 percent are the norm. Ninety-five percent of all humidors have a standard metal-paper coil hygrometer. Not because it is the best, but because it is the cheapest. A rolled metal strip coated in plastic is used as the measuring instrument, which reacts to a change in humidity by a change in length, thus moving the indicator.



1



2



3

- 1: Typischer Vertreter der Gattung Spiralthygrometer
- 2: Echthaar-Hygrometer
- 3: Kunstfaser-Hygrometer
- 4: Psychrometrische Messung

- 1: Typical example of a metal-paper coil hygrometer
- 2: Hair tension hygrometer
- 3: Fiber hygrometer
- 4: Psychrometric measurements

das Billigste ist. Als Messinstrument kommt ein mit Kunststoff beschichteter, aufgerollter Metallstreifen zum Einsatz, der auf Änderung der Luftfeuchte mit einer Längenänderung reagiert und so den Zeiger bewegt. Spiralthygrometer sind träge und unpräzise. Ein weiteres Problem ist die Kalibrierung dieser meist sehr kleinen Hygrometer. Meine Empfehlung: Entsorgen.

HAAR- ODER FASERHYGROMETER

Sofern Echthaar- bzw. Faserhygrometer präzise kalibriert werden, liegt der Messfehler bei +/- drei bis vier Prozent. Hierbei reagiert ein Haar- bzw. Faserbündel mit der Veränderung seiner Länge auf unterschiedliche Luftfeuchtwerte. Diese Längenbewegung wird in eine Drehbewegung umgesetzt und der Zeiger bewegt sich über das Zifferblatt.

Auch wenn Echthaarhygrometer in Tests oft als Testsieger hervorgehen, empfehle ich diese nicht für den Einsatz im Humidor. Die Längenausdehnung des Haares ist degressiv, d. h. bei geringer Luftfeuchte ist die Längenausdehnung größer als bei hoher Luftfeuchte. Das erkennt man auch auf der Skala des Hygrometers: der Abstand zwischen 10 und 20 Prozent ist erheblich kleiner als der zwischen 70 und 80 Prozent. Je kleiner der Abstand, desto unpräziser aber die Messung. Zudem sollten Echthaarhygrometer alle vier bis sechs Wochen regeneriert werden, damit das Haar nicht brüchig wird (für mehrere Stunden in ein feuchtes Tuch wickeln).

Ich rate zu einem Faserhygrometer. Dieses arbeitet wie ein Echthaarhygrometer, nur wird als Messmedium eine Kunstfaser eingesetzt. Die hat den Vorteil, dass ihre Längenausdehnung über den gesamten

Messbereich nahezu linear ist. Das erkennt man auch an den identischen Abständen der Skala.

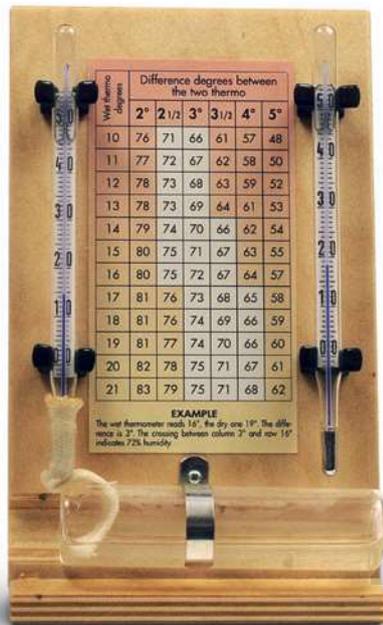
PSYCHROMETER

Fast in Vergessenheit geraten ist das Psychrometer. Interessant daran ist, dass die Luftfeuchte mittels zweier Thermometer über die Wasserverdunstung bestimmt wird. Ein Psychrometer besteht aus zwei Thermometern. Bei einem wird über den Quecksilberbehälter ein Mullstrumpf gezogen, der in ein Gefäß mit Wasser eintaucht. Durch die Wasserverdunstung wird dem Thermometer Wärme entzogen; es zeigt infolgedessen eine niedrigere Temperatur als das trockene Thermometer an. Die Temperaturdifferenz ist hier das Maß für die relative Feuchte. Auf einer Psychometertafel (s. Bild) lässt sich die relative Luftfeuchte ablesen. Der etwas sperrige Aufbau lässt den Einsatz nur in größeren Humidorschränken oder begehbaren Räumen zu. Zwar wirken diese Geräte antiquiert, jedoch sind sie recht präzise und müssen nicht kalibriert werden. Die präzisesten Psychrometer sind die so genannten Aspirationspsychrometer. Derartige Psychrometer haben einen sehr geringen Messfehler von unter +/- einem Prozent, kosten aber rund 1500 bis 2000 Euro.

Die gängigsten elektronischen Messverfahren sind jene mittels kapazitiver oder resistiver Sensoren.

RESISTIVE HYGROMETER

Das resistive (auch: widerstandsmessende) Hygrometer ist am häufigsten anzutreffen. Als Sensor wird eine wasseranziehende Schicht (z. B. Aluminiumoxid oder hygroskopische Polymere) zwischen zwei Gleichstromelektroden genutzt. Steigt die Umgebungsfeuchte an,



4

INFORMATION

Die folgenden Gewichtsangaben beziehen sich jeweils auf 1 Kubikmeter (1000 Liter | 33.814 US fl.oz.) Luft.

MAXIMALE LUFTFEUCHTE

Bei 0 °C (32 °F) kann die Luft maximal 4,9 g (0.17 oz.) Wasser aufnehmen; bei 20 °C (68 °F) sind es 17,3 g (0.61 oz.). Diese temperaturabhängige Menge nennt man maximale Luftfeuchte.

ABSOLUTE LUFTFEUCHTE

Die absolute Luftfeuchte bezeichnet die Konzentration des Wassergehalts in Gramm (Unzen). Sie gibt also die Menge des tatsächlich in der Luft gelösten Wassers an.

RELATIVE LUFTFEUCHTE

Die relative Luftfeuchtigkeit (Abk.: rF | RH) bezeichnet den Sättigungsgrad der Luft in Prozent. Bei 50% rF (RH) enthält die Luft die Hälfte der Wasserdampfmenge, die (bei der entsprechenden Temperatur) maximal enthalten sein kann.

ZWEI BEISPIELE: Bei 20 °C (68 °F) Lufttemperatur und einer absoluten Luftfeuchte von 13 g (0.46 oz.) beträgt die relative Feuchte 75,1%. Warum? Die Luft könnte bei dieser Temperatur 17,3 g (0.61 oz.) Wasser (= maximale Luftfeuchte) aufnehmen.

Bei 0 °C (32 °F) Lufttemperatur und einer absoluten Luftfeuchte von 3,68 g (0.13 oz.) beträgt die relative Feuchte ebenfalls 75,1%. Warum? Die Luft könnte bei dieser Temperatur 4,9 g (0.17 oz.) Wasser (= maximale Luftfeuchte) aufnehmen.

The following weights refer respectively to one cubic meter (33,814 US fl.oz.) of air.

MAXIMUM HUMIDITY

At 32°F, air can absorb a maximum amount of 0.17 oz. of water; at 68°F, it is 0.61 oz. This temperature-dependent amount is called maximum humidity.

ABSOLUTE HUMIDITY

Absolute humidity denotes the concentration of water content in ounces. That is, it also indicates the volume of how much water is actually dissolved in the air.

RELATIVE HUMIDITY

Relative humidity (abbrev.: RH) denotes the degree of saturation in the air in percent. At 50% RH, the air contains half of the maximum amount of water vapor volume it can hold (depending on the current air temperature).

TWO EXAMPLES: At an air temperature of 68°F and absolute humidity of 0.46 oz. the relative humidity is 75.1%. Why? The air, at this temperature could absorb 0.61 oz. of water (= maximum humidity). At an air temperature of 32°F and absolute humidity of 0.13 oz. the relative humidity is likewise 75.1%. Why? At this temperature, the air could absorb 0.17 oz. of water (= maximum humidity).

Metal-paper coil hygrometers are slow and imprecise. Another problem is the calibration of these mostly very small hygrometers. My recommendation: Get rid of them.

HAIR OR FIBER HYGROMETERS

If real hair or fiber hygrometers are precisely calibrated, the measurement error is about +/- three or four percent. With this instrument, the hair or fiber bundle reacts to the change in humidity values by a change in length: as the hair stretches, a simple pointer on a dial indicates the change in tension.

Even though hair tension hygrometers often top the tests, I wouldn't recommend using them in a humidior. The change in linear expansion of the hair is degressive, which means that at low humidity the linear expansion is greater than at high humidity. This can also be seen on the percentage scale of the hygrometer: the increments between 10 and 20 percent are markedly smaller than the ones between 70 and 80 percent. The smaller the increments, the more imprecise, however, the measurement. In addition, hair tension hygrometers need to be regenerated every four to six weeks so that the hair doesn't be-

come brittle (wrap them in a moist cloth for a few hours). I recommend a fiber hygrometer. This works like a hair tension hygrometer, but the measuring medium is not hairs but fibers. The advantage here is that the linear expansion over the entire measuring range is almost linear, which can be seen in the nearly identical distances on the scale.

PSYCHROMETERS

The psychrometer has almost been forgotten. What's interesting about it is that the humidity is determined by means of two thermometers via the evaporation of water. A psychrometer consists of two thermometers; on one of them, a sock or wick covers the mercury end, which is dipped in distilled water. The evaporation of the water from the wick lowers the temperature, which thus shows a lower temperature than the dry thermometer. Here, the temperature difference is the measure for the relative humidity, which can be read on a psychrometric chart (see photo). Its somewhat bulky structure is more suited to larger humidior cabinets or walk-in rooms. These devices may seem antiquated, but they are very precise and don't need to be cali-

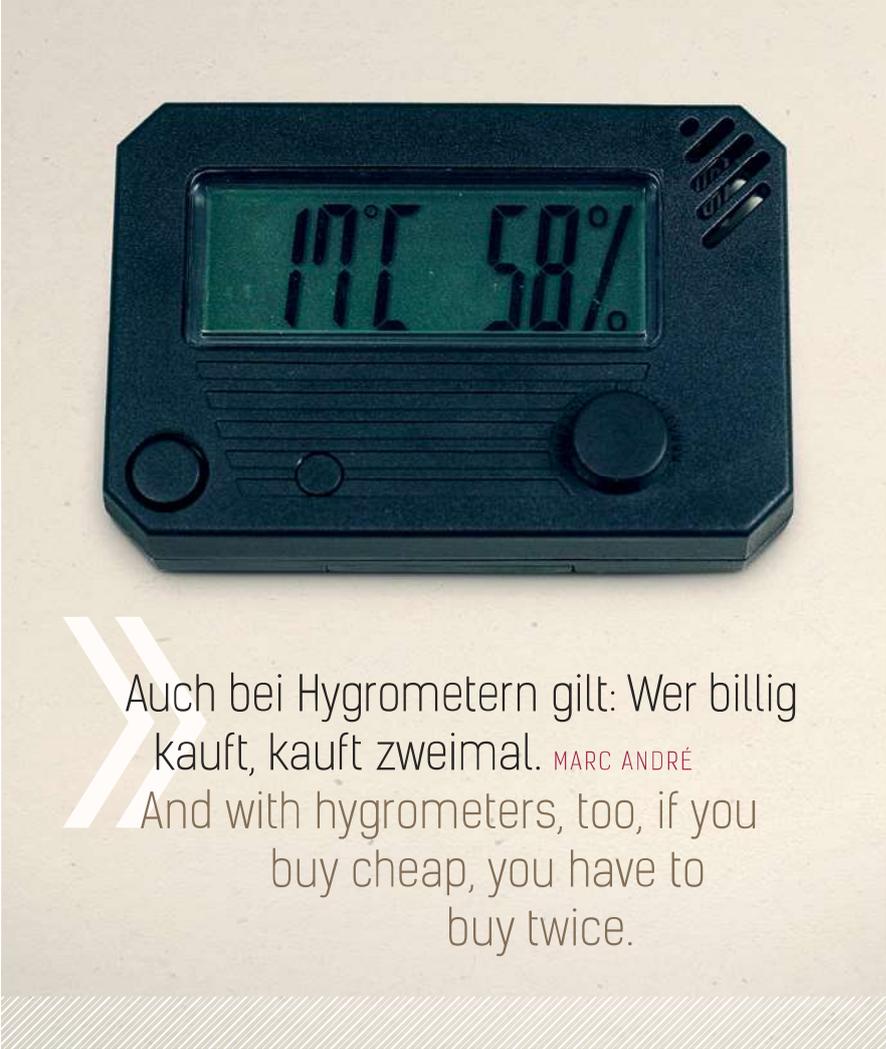
Rechts: Digitales Hygrometer mit Kalibrierdrehknopf
 Right: Digital hygrometer with calibrating button

bindet dieses wasseranziehende Material mehr Feuchtigkeit, der elektrische Widerstand wird geringer und es fließt mehr Strom. Diese Änderung wird auf einem Display als Luftfeuchte in Prozent sichtbar gemacht. Vorteilhaft ist der günstige Preis. Dem stehen aber einige Einwände gegenüber:

- Ablagerungen am Sensor schränken mit der Zeit die Genauigkeit ein.
- Hohe Schwankungsbreiten bis zu 15 Prozent.

KAPAZITIVE HYGROMETER

Diese – sehr präzise – Messmethode nutzt ein elektrisch nicht leitendes Material (Dielektrikum) zwischen zwei Elektroden. Ändert sich die Luftfeuchte, so ändert sich auch die Eigenschaft des Dielektrikums (z. B. die Länge). Damit verändert sich die elektrische Kapazität des Sensors. Durch eine elektronische Schaltung kann man diese Kapazitätsänderung in messbare Spannung umwandeln. Der Vorteil derartiger Sensoren ist die Langzeitstabilität und ein kaum vorhandener Drift nach oben. Zudem liegt die Messgenauigkeit dauerhaft bei Werten um die 1,5 bis 2 Prozent. Nachteilig ist der Preis. Derartige Sensoren liegen – je nach Ausführung – etwa beim 50- bis 100-Fachen eines resistiv messenden Sensors. Auch bei Hygrometern gilt: Wer billig kauft, kauft zweimal.



Auch bei Hygrometern gilt: Wer billig kauft, kauft zweimal. **MARC ANDRÉ**
 And with hygrometers, too, if you buy cheap, you have to buy twice.

brated. The most precise psychrometers are the so-called aspiration psychrometers. These psychrometers have high accuracy, of below +/- one percent, but cost about 1,500 to 2,000 euros.

The most common electronic measurement methods are those using capacitive or resistive sensors.

RESISTIVE HYGROMETERS

The resistive hygrometer is the one most frequently encountered. A water-absorbing layer (e.g. aluminum oxide or hygroscopic polymer) is used as a sensor between two DC electrodes. When the ambient humidity rises, the hydrophilic material binds more humidity, the electric resistance lessens and more electricity flows. This change is shown on a display as humidity in percent. The favorable price is the advantage. But this is offset by some disadvantages:

- Over time, deposits on the sensor limit accuracy

- High fluctuation variability of up to 15 percent

CAPACITIVE HYGROMETERS

This – very precise – measuring method uses an electrically non-conductive material (dielectric) between two electrodes. When the humidity changes, the characteristics of the dielectric also change (e.g. the length), thus changing the electrical capacity of the sensor. An electronic circuit can convert this change in capacitance into a measurable voltage.

The advantage of such sensors is the long-term stability and the hardly upward-changing drift. In addition, the measurement exactitude is constantly at values of around 1.5 to 2 percent. The disadvantage is the price. Depending on the version, these sensors are priced between about 50 to 100 times more than the resistive sensors. And with hygrometers, too, if you buy cheap, you have to buy twice.

INFORMATION

In der nächsten Ausgabe widmen wir uns dem Kalibrieren und den Fehlerquellen bei der Feuchtemessung.
 In the next issue we'll dedicate ourselves to calibration and the sources of error when measuring humidity.