

## Das richtige Raumklima im Tätigkeitsfeld der Rahmenmacher

## Lüften – aber richtig

Dr. Horst Weidmann

**RAHMENMACHER UND EINRAHMER ARBEITEN** mit Holz, Pappe und Papier als Werkstoffe. Es handelt sich dabei um Materialien, die sehr empfindlich reagieren auf Schwankungen des Raumklimas. Was es dabei zu beachten gilt, erfahren Sie in diesem Beitrag.

*Bild 1: Feuchtigkeits-Testkarten bestehen aus saugfähigem Spezialpapier. Die farbigen Kreisflächen sind mit unterschiedlichen Chlorid-Kobalt-Lösungen imprägniert. Das Papier ändert je nach relativer Luftfeuchte der Umgebungsluft seinen Feuchtigkeitsgehalt, und dabei ändert sich auch die Farbe der imprägnierten Flächen, die alternativen Feuchtigkeitswerten entsprechen*



Klima“, ein Wort griechischen Ursprungs, bedeutete bei den Kalten Griechen „Neigung“. Damit bezeichneten sie den Neigungswinkel, unter dem die Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche auffallen. Nach seiner Größe und nach der von ihm abhängenden Dauer des längsten Tages teilten sie die Erdoberfläche in Zonen („Klimate“) ein, deren Grenzen je zwei parallele Kreise waren. Heute verstehen Meteorologen unter Klima den allgemeinen, durchschnittlichen Charakter des täglichen und jährlichen Witterungsverlaufs an einem Ort. Dass das Klima auf der Erde örtlich verschieden ist, hat hauptsächlich etwas mit dem Einfluss dieser Faktoren zu tun:

- wechselnde Sonneneinstrahlung
- Abhängigkeit von der geographischen Breite
- unregelmäßige Verteilung von Wasser, Land und Gebirgen
- Unterschiede der Meereshöhe, des Bodens und der Pflanzendecke.

Wichtigste Klimatelemente sind Temperatur, Bewölkung, Niederschlag, Feuchtigkeit und Strahlung. Bei der Beschreibung des Klimas (z. B. in Wetterberichten) werden vor allem die Mittel- und Extremwerte (Lage und Häufigkeit) dieser Elemente genannt.

Von Raumklima ist die Rede, wenn die „Witterungs“-Verhältnisse in umbauten Räumen gemeint sind. Dieses Binnenklima ist vom Außenklima natürlich nicht unabhängig, durch technische Mittel jedoch manipulierbar (Lüftung, Heizung, Be- und Entfeuchtung der Luft, Installation von Klimaanlage). Das Raumklima wird wesentlich von den Faktoren Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit bestimmt.

Der Vergolder, der Rahmenmacher, der Einrahmer, der Kunsthändler, der Galerist, der Kunstaussteller (auch in Museen) – sie alle gehen mit Objekten und Materialien um, die hygroskopische Eigenschaften haben, die also Wasser aus der Luft aufnehmen und wieder abgeben können. Bilder jeglicher Art, Rahmen, Kunstobjekte, Antiquitäten leiden unter starken Schwankungen des Klimas. Auch vertragen sie weder zu

hohe, noch zu niedrige Werte bei Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Deshalb ist die Kontrolle des Raumklimas hier von größter Wichtigkeit.

Nicht von ungefähr wurde bei einer Meisterprüfung im Vergolderhandwerk einmal eine Frage gestellt, die sich auf die Beschaffenheit des Klimas in der Werkstatt bezog: „An einem milden Wintertag mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit herrscht in Ihrer geheizten Werkstatt eine Temperatur von 20 °C. Die relative Binnenluft-Feuchtigkeit beträgt 50%. Sie öffnen die Fenster zum Lüften. Nimmt die relative Luftfeuchtigkeit in der Werkstatt danach zu oder ab?“

### Die Vergolderwerkstatt als Beispiel

Vergegenwärtigen wir uns zunächst, was in der Werkstatt eines Rahmenvergolders passiert, warum es da auf die Kontrolle der Feuchtigkeit ankommt. Bevor der Vergolder Blattgold und andere Metallfolien „anschießen“ kann, muss er das rohe Holz der Rahmenoberflächen erst einmal zweckentsprechend vorbereiten. Dies geschieht, indem er wässrige, also Feuchtigkeit bildende Substanzen (Leimtränke, Kreidegrund, Poliment, Netze) in etlichen Arbeitsgängen aufträgt – eine Schicht über die andere – und so dafür sorgt, dass ein polierfähiger Untergrund für das Blattmetall (Blattgold, Platin, Silber) zustande kommt.

Beim Trocknen der aufgetragenen Schichten wird Feuchtigkeit an die umgebende Luft abgegeben. Wie viel Wasser dabei in die Werkstattluft verdunsten kann, hängt ab von ihrem bereits erreichten Sättigungsgrad und der herrschenden Raumtemperatur.

Der gesamte aus mehreren Materialschichten gebildete Untergrund muss ausreichend durchgetrocknet sein, bevor der Vergolder damit beginnen kann, das angeschossene Blattgold mit dem Achat zu polieren. In feuchter Luft trocknet der Untergrund zögernder als in trockener, schon weitgehend mit Wasser

gesättigter Luft. Eine gewisse Restfeuchtigkeit sollte der Untergrund jedoch behalten, denn dann ist er am elastischsten, und das Gold poliert sich am besten. Die optimale Polierbarkeit des Goldes bei der Vergoldung auf der Basis von Kreidegrund und Poliment hängt demnach mit von der Luftfeuchtigkeit ab.

Die Luft ist im Winter – auch bei Regen, Nebel und Schnee – draußen stets trockener als in beheizten Räumen. Das klingt zunächst paradox, doch von dieser Tatsache muss man ausgehen, um die oben zitierte Frage bei der Meisterprüfung richtig zu beantworten. Nach der Lüftung, bei der in unserem Beispiel warme und relativ feuchte Innenluft gegen kältere und zugleich trockenere Außenluft ausgetauscht wird, ist die Werkstattluft wesentlich trockener als zuvor, und zwar hat in unserem Beispiel sowohl die absolute als auch die relative Feuchtigkeit abgenommen.

Mithin kam es durch das Lüften zu einer Entfeuchtung der Werkstattluft. An einem heißen Sommertag und bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der Außenluft würde man mit dem Lüften den entgegengesetzten Effekt erzielen, vorausgesetzt, die Luft in der Werkstatt ist kühl und weniger feucht als draußen.

### Luftfeuchtigkeit – ein wichtiger Faktor

Luftfeuchtigkeit entsteht in der Natur und in Räumen hauptsächlich durch Verdunstung, nämlich durch Verdunstung von Wasser. Dieses geht dabei vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über. Die Verdunstung vollzieht sich (im Gegensatz zum Sieden oder Verdampfen) nur an der Oberfläche des verdunstenden Wassers und desto rascher, je größer die Oberfläche ist und je schneller der gebildete Dunst entweichen kann. erinnert sei hier an das Trocknen von Wäsche im Wind.

Bei der Verdunstung wird Wärme verbraucht oder, anders ausgedrückt, Kälte erzeugt. Der so genannte Taupunkt ist dann erreicht, wenn die durch Verdunstung in die Luft gelangte Feuchtigkeitsmenge (gemessen in Gramm pro Kubikmeter Luft) durch Abkühlung allmählich den Grad der maximalen Feuchtigkeit erreicht, wenn also das in der Luft enthaltene Wasser beginnt, sich in Form feinsten Tröpfchen wieder auszuscheiden.

**Bild 2:** Dieser Klimamesser für professionelle Ansprüche zeigt Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit gleichzeitig an



Die Fähigkeit der Luft, Wasser aufzunehmen, ist sehr begrenzt. Jeder Kubikmeter Luft kann nur eine bestimmte Menge verdunstetes Wasser „verkräften“. Alles, was drüber hinausgeht, fällt wieder als Wasser in flüssiger oder fester Form aus, als Niederschlag (Tau, Nebel, Regen, Schnee, Eis, Kondenswasser).

Wie die absolute Menge (Gramm/Kubikmeter) Wasserdampf bei der Sättigung erreicht wird, hängt jedoch von der Lufttemperatur ab. Warme Luft kann wesentlich mehr H<sub>2</sub>O-Dampf aufnehmen als kalte. Mit Wärme kann man Nässe reduzieren, beseitigen. Dies entspricht ganz unserer Alltagserfahrung.

Luft kann z. B. bei 20 °C maximal 17,3 g Wasserdampf aufnehmen. Die Luftfeuchtigkeit, die dabei entsteht, ist die maximale Luftfeuchtigkeit bei dieser Temperatur. Bei 30 °C werden von der Luft maximal 30,3 g H<sub>2</sub>O aufgenommen und bei 10 °C maximal nur 9,4 g. Diese Grammwerte entsprechen wiederum der maximalen, der 100%-igen Luftfeuchtigkeit. Weitere Werte für maximale Wasserdampfgehalte in Gramm pro Kubikmeter Luft sind im Bild 5 auf Seite 33 dargestellt.

Gesetzt den Fall, es würden bei 20 °C pro m<sup>3</sup> Luft lediglich 8,65 g Wasserdampf gemessen, dann wäre dieser Grammwert die absolute Luftfeuchtigkeit bei dieser Temperatur. Bei 20 °C macht die absolute Luftfeuchtigkeit mit 8,65 g genau die Hälfte der genau bei dieser Temperatur maximalen Luftfeuchtigkeit (17,3 g) aus.

Die Hälfte – das sind 50%. Die relative Luftfeuchtigkeit wird in Prozenten ausgedrückt. Sie gibt an, wie viel Prozent der maximalen Luftfeuchtigkeit die absolute Luftfeuchtigkeit ausmacht. Sie gibt sozusagen den Ausnutzungsgrad der Kapazität an. „50%“ besagt demnach, dass die Wasseraufnahme-



**Bild 3:** Entfeuchter-Patronen (Hülle Aluminium) enthalten eine Substanz (Silicalgel, Blaugel), die Feuchtigkeit anzieht und hält. Ideal zum Anbringen in Ausstellungsvitrinen, Aufbewahrungsschränken und Versandcontainern

Kapazität der Luft nur zur Hälfte ausgenutzt ist. Der Wert für die relative Luftfeuchtigkeit ergibt sich u. a. nach der Formel (ausgedrückt in %)

$$\frac{\text{Dampfdruck}}{\text{Sättigungsdampfdruck}} \times 100 \text{ in \%}$$

Wenn von einer relativen Luftfeuchtigkeit von z. B. 50% die Rede ist, dann ist nichts darüber gesagt, von welcher Temperatur diese begleitet ist und wie hoch der absolute Wassergehalt (gemessen in g/m<sup>3</sup> Luft) bei diesem Grad der Kapazitätsausnutzung ist. Denn eine relative Luftfeuchtigkeit von 50% kann sich bei einer Reihe von unterschiedlichen Werten der Temperatur und des absoluten Wasserdampfgehaltes der Luft ergeben. Diesen Sachverhalt verdeutlicht Bild 4. Das Bild zeigt, dass sich z. B. eine relative Luftfeuchtigkeit von 50% bei allen Temperaturwerten auf der Skala zwischen -10 °C und 40 °C ergeben kann und ebenso bei allen Werten des Wassergehaltes in Gramm pro Kubikmeter Luft auf der Skala zwischen 0 und 50 g.

Wenn z. B. – und hier kommen wir wieder auf die bereits zitierte Frage bei der Meisterprüfung zurück – an einem milden Wintertag bei einer Außentemperatur von 5 °C eine relative Luftfeuchtigkeit von 80% herrscht und die Außenluft nach dem Lüften im Raum ohne künstliche Befeuchtung auf 20 °C erwärmt wird, so sinkt dabei die relative Feuchtigkeit der eingedrungenen Außenluft auf 33% ab. Wenn die relative Feuchtigkeit der vor der Lüftung im Raum befindlichen Luft 50% betragen hätten, so wäre durch das Lüften eine Verminderung der relativen Feuchtigkeit der Raumluft um 17% (50 minus 33) eingetreten.

### Zuträgliches Klima

Die relative Luftfeuchtigkeit ist der wichtigste Indikator für die Beschaffenheit des Raumklimas. In Räumen, die für den Aufenthalt von Menschen (und Tieren selbstverständlich) bestimmt sind, kommt es außerdem auf einen ausreichenden Sauerstoffgehalt der Luft an und auf einen möglichst geringen Gehalt an Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>).

Ein Einrahmer, Rahmenmacher oder Vergolder verbraucht bei den meisten Tätigkeiten in seiner Werkstatt durchschnittlich nur zwischen 15 und 50 Litern Sauerstoff (O<sub>2</sub>). In einer 30 m<sup>2</sup>

### Optimale relative Luftfeuchtigkeit

für organische Materialien ausgewählter Objekte:

Objekt/ Material	Sicherheitsspielraum (relative Luftfeuchte)
Antiquitäten (inkl. antike Rahmen)	55–60 %
Bilderrahmen (antik)	55–60 %
Bilderrahmen (oberflächenbearbeitet)	50–65 %
Bilderrahmen u. Leisten für Bilderrahmen	50–65 %
Fotografien	40–55 %
Grafik (Arbeiten auf Papier)	40–55 %
Holz	55–60 %
Holztafelbilder (Malerei auf Holztafeln)	55–65 %
Kunstgegenstände aus organischen Materialien	55–60 %
Leinwandbilder (Malerei auf Leinwand)	40–50 %
Metalle (Werkzeuge, Maschinen)	unter 40 %
Papier, Karton, Pappe	40–55 %
Poster, Kunstdrucke	40–55 %
Textilien	45–55 %

großen Werkstatt steht diesem Bedarf ein Angebot von etwa 15 000 Litern Sauerstoff gegenüber. Dies entspricht dem Sauerstoffbedarf von etwa 300 Menschen pro Stunde.

Der in einer Werkstatt üblicherweise vorhandene Sauerstoffvorrat würde also für wenige Personen, die darin arbeiten, tagelang ausreichen. Demnach wäre, wenn es lediglich um Sauerstoffzufuhr ginge, regelmäßiges, häufiges Lüften gar nicht erforderlich. Doch es kommt vor allem auf die Abfuhr von Kohlendioxid an, das bekanntlich bei der Atmung entsteht und in die Luft gelangt.

Es ist daher wichtig, von Zeit zu Zeit „verbrauchte“ Innenluft durch frische Außenluft zu ersetzen. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft galt dem deutschen Forscher Max Pettenkofer schon vor 130 Jahren als Maßstab für die Raumluftqualität. Die von ihm empfohlene maximale Konzentration von 0,1% CO<sub>2</sub> in der Raumluft ist ein in der Bundesrepublik Deutschland und anderen europäischen Staaten anerkannter Grenzwert, nach dem die Frischluftströme, abhängig von der CO<sub>2</sub>-Abgabe bei der Atmung von Personen (zwischen 10 und 75 Litern pro Stunde bei Erwachsenen), zu bemessen sind. Um einen ungefähren Anhaltspunkt zu geben: In einer 50 m<sup>2</sup> großen Werkstatt, in der vier Personen arbeiten, genügt es, alle zwei Stunden die Raumluft auszutauschen, um die von Kohlendioxid zu befreien. (wird fortgesetzt)



Bild 4: Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit von der Temperatur

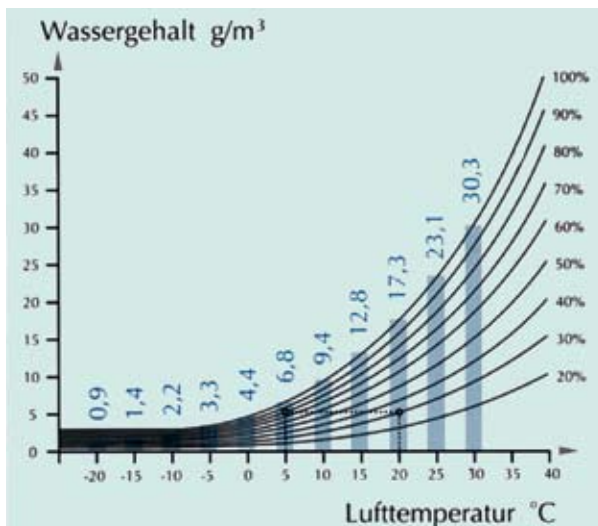


Bild 5: Maximaler Wasserdampfgehalt in Gramm pro Kubikmeter Luft bei verschiedenen Temperaturen