

Sollte Euli lüften?

Kurze Antwort: ja.

Drei Erklärungen

Erklärung (Level: Beginner):

Stell dir vor, unser Zimmer ist wie ein Raum voller Luft. Wenn wir nicht lüften, wird die Luft feucht und das ist nicht gut. Auch wenn es draußen kalt ist, ist es wichtig, das Fenster zu öffnen, damit frische Luft hereinkommt. Die kalte Luft von draußen ist trockener und hilft, die feuchte Luft drinnen zu ersetzen. So bleibt unser Zuhause gemütlich und gesund.

Erklärung (Level: Intermediate):

Selbst im Winter sollten wir regelmäßig lüften. Obwohl die Luft draußen kalt und vielleicht feucht ist, enthält sie weniger Wasser als warme Luft drinnen. Wenn wir lüften, kommt die frische Luft herein und nimmt die Feuchtigkeit mit, wenn wir sie wieder erwärmen. Das verhindert, dass sich Schimmel bildet und sorgt für ein besseres Raumklima. Die kalte Luft kann beim Erwärmen mehr Feuchtigkeit aufnehmen, was hilft, überschüssige Feuchtigkeit aus unserem Zuhause zu entfernen.

Erklärung (Level: Advanced):

Auch im Winter ist regelmäßiges Lüften wichtig, um ein gesundes Raumklima zu erhalten. Kalte Außenluft hat oft eine hohe relative Luftfeuchtigkeit, aber die absolute Menge an Wasserdampf ist geringer als in warmer Innenluft. Wenn wir die kalte, frische Luft hereinlassen und aufheizen, sinkt ihre relative Luftfeuchtigkeit, und sie kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Das hilft, überschüssige Feuchtigkeit aus dem Raum zu entfernen und Schimmelbildung vorzubeugen.

Warum ist das so?

- **Warme Luft kann mehr Wasserdampf halten als kalte Luft.**
- **Beim Lüften tauschen wir feuchte Innenluft gegen trockenere Außenluft aus.**
- **Erwärmte Außenluft kann Feuchtigkeit aus Möbeln und Wänden aufnehmen, was das Raumklima verbessert.**

Durch regelmäßiges Lüften reduzieren wir also die Feuchtigkeit im Raum, auch wenn es draußen kalt und scheinbar feucht ist. Das sorgt für ein angenehmes Wohnklima und schützt vor Feuchtigkeitsschäden.

Mathematische Erklärung

Wir zeigen, dass Lüften die **absolute Feuchtigkeit** im Raum reduziert. Wir nehmen dabei an, dass die Luft im Raum einmal komplett durch Luft von außen ersetzt wird, und dann auf 21 Grad Celsius erwärmt wird, ohne dass dabei Feuchtigkeit hinzukommt oder weggenommen wird.

Gegebene Werte:

- **Innenraum vor dem Lüften:**
 - Temperatur $T_{\text{innen}} = 21^\circ\text{C}$
 - Relative Luftfeuchtigkeit $\phi_{\text{innen}} = 70\%$
 - **Außenluft:**
 - Temperatur $T_{\text{außen}} = 5^\circ\text{C}$
 - Relative Luftfeuchtigkeit $\phi_{\text{außen}} = 90\%$
-

1. Sättigungsdampfdruck $E_w(T)$ berechnen:

Der **Sättigungsdampfdruck** gibt an, wie viel Wasserdampf die Luft bei einer bestimmten Temperatur maximal aufnehmen kann.

Wir nutzen die **Magnus-Formel** (siehe Anmerkung weiter unten):

$$E_w(T) = 6,112 \text{ hPa} \times \exp\left(\frac{17,62 \times T}{243,12 + T}\right)$$

a) Innenraum:

$$E_{w,\text{innen}} = 6,112 \text{ hPa} \times \exp\left(\frac{17,62 \times 21}{243,12 + 21}\right) \approx 24,8 \text{ hPa}$$

b) Außenluft:

$$E_{w,\text{außen}} = 6,112 \text{ hPa} \times \exp\left(\frac{17,62 \times 5}{243,12 + 5}\right) \approx 8,72 \text{ hPa}$$

2. Aktuellen Dampfdruck e berechnen:

Der **aktuelle Dampfdruck** zeigt den tatsächlichen Wasserdampfgehalt der Luft.

$$e = \phi \times E_w$$

a) Innenraum:

$$e_{\text{innen}} = 0,70 \times 24,8 \text{ hPa} \approx 17,4 \text{ hPa}$$

b) Außenluft:

$$e_{\text{außen}} = 0,90 \times 8,72 \text{ hPa} \approx 7,85 \text{ hPa}$$

3. Absolute Feuchtigkeit ρ berechnen:

Die **absolute Feuchtigkeit** gibt die Wasserdampfmenge in Gramm pro Kubikmeter Luft an.

$$\rho = \frac{e \times 10^2}{R \times T_K}$$

Dabei ist:

- e : aktueller Dampfdruck in **Pa** (1 hPa = 100 Pa)
- R : Gaskonstante für Wasserdampf (461,4 J/(kg · K))
- T_K : Temperatur in **Kelvin** ($T_K = T_C + 273,15$)

a) Innenraum:

$$\rho_{\text{innen}} = \frac{17,4 \times 100}{461,4 \times (21 + 273,15)} \approx \frac{1740}{135716,31} \approx 0,0128 \text{ kg/m}^3 = 12,8 \text{ g/m}^3$$

b) Außenluft:

$$\rho_{\text{außen}} = \frac{7,85 \times 100}{461,4 \times (5 + 273,15)} \approx \frac{785}{128383,71} \approx 0,0061 \text{ kg/m}^3 = 6,1 \text{ g/m}^3$$

4. Nach dem Lüften und Erwärmen:

Die Außenluft wird im Raum auf 21°C erwärmt, ohne zusätzliche Feuchtigkeit.

- **Absolute Feuchtigkeit bleibt gleich:** $\rho_{\text{neu}} = \rho_{\text{außen}} = 6,1 \text{ g/m}^3$
- **Neuer Sättigungsdampfdruck bei 21°C:**

$$E_{w,\text{neu}} = 24,8 \text{ hPa}$$

- **Neuer aktueller Dampfdruck:**

$$e_{\text{neu}} = \rho_{\text{neu}} \times \frac{R \times T_K}{10^2} \approx 6,1 \times \frac{461,4 \times 294,15}{100} \approx 7,85 \text{ hPa}$$

- **Neue relative Luftfeuchtigkeit:**

$$\phi_{\text{neu}} = \frac{e_{\text{neu}}}{E_{w,\text{neu}}} = \frac{7,85}{24,8} \approx 31,6\%$$

Fazit:

Nach dem Lüften sinkt die **absolute Feuchtigkeit** von $12,8 \text{ g/m}^3$ auf $6,1 \text{ g/m}^3$. Die **relative Luftfeuchtigkeit** reduziert sich nach dem Erwärmen der frischen Luft auf etwa 32%. Das zeigt, dass Lüften im Winter effektiv Feuchtigkeit entfernt, obwohl die Außenluft zunächst feucht erscheint.

Anmerkung zur Magnus-Formel

Die **Magnus-Formel** ist eine Näherungsformel zur Berechnung des Sättigungsdampfdrucks von Wasserdampf bei Temperaturen zwischen -45°C und 60°C . Sie ist praktisch, weil sie mit wenigen Parametern auskommt und für Alltagsanwendungen ausreichend genau ist.

Voraussetzungen für die Anwendung:

- Temperatur liegt im angegebenen Bereich.
- Normaler atmosphärischer Druck.
- Luft enthält keine zusätzlichen Gase oder Verunreinigungen in relevanten Mengen.