

Besser lernen, weniger Energieverbrauch!



FRIBELUND WEISS (3)

Es ist nicht mehr wegzudiskutieren: Unsere Sommer werden immer wärmer. Hitzeperioden treten häufiger auf und werden intensiver. Von Mai bis September sind Außentemperaturen an der Tagesordnung, die Lehrende wie Lernende zum Schwitzen bringen.

Aber der Reihe nach. Gute Luft war in Schulklassen schon immer Mangelware. Wenn sich 20 bis 30 Personen in einem 60 m² großen Raum aufhalten, kann das gar nicht anders sein; zumindest nicht ohne adäquate Maßnahmen. Die zunehmende Dichtigkeit moderner Gebäude ist nicht das Problem, sie verschärft es allenfalls. Und Fensterlüftung ist in diesem Kontext ein Lösungsansatz, der rasant an Akzeptanz verliert: Wir tolerieren den Diskomfort bei offenen Fenstern und Minusgraden einfach nicht mehr. Eine mechanische Lüftungsanlage ist also ein Muss – aber auch ein Segen, wie wir noch sehen werden.

Nachdem die generelle Notwendigkeit klar ist, stellt sich eine Reihe von Fragen: Wie viel Luft wird gebraucht? Wie wird die Luftmenge

Schulklassen-Lüftungsgerät in Möbel integriert – Volksschule Rohrbach (Dornbirn).

geregelt? Zentrale oder dezentrale Geräte? Wie viel Lüftungswärme kann zurückgewonnen werden? Wie viel elektrische Energie wird hierfür ver-

braucht? Wird es dann nicht zu trocken und gibt's das Ganze auch „in leise“?

Bei der Dimensionierung der Anlage sollte man es nicht übertreiben. In der Wohnraumlüftung gelten pro Person 30 m³/h als Maßstab; es sind aber auch Küchen, Bäder und WCs zu entlüften. Für Volksschulen genügen pro Kopf in der Regel 20 m³/h, bei den älteren Kindern oder Jugendlichen kann man auf 25 m³/h erhöhen. Viel wichtiger ist eine geeignete Regelung. Zeitschaltuhren werden den wechselnden Belegungen ebenso wenig gerecht wie Anwesenheitssensoren. Die manuelle Wahl von Lüfterstufen funktioniert bei interessierten Lehrpersonen zum Teil, üblicherweise läuft die Anlage aber entweder zu oft (bei akustisch gut gebauten Geräten) oder zu wenig. Die besten Erfahrungen wer-

den mit Bedarfsregelungen gemacht – CO₂ dient dabei als guter Indikator für die menschlichen Emissionen. Der Überwachungsbetrieb sorgt in leeren Klassen für einen minimalen Grundluftwechsel; sobald beliebig viele Schüler für einen Anstieg des Kohlendioxids sorgen, wird mit der richtigen Luftmenge gelüftet.

Die Realisierung einer zentralen Lüftungsanlage ist grundsätzlich möglich, in der Praxis sprechen aber meist zwei Gründe dagegen: Die relativ voluminösen Lüftungskanäle müssen irgendwo untergebracht werden – bei energieeffizienter, heißt druckverlustminimierter, Ausführung sind diese Kanäle nicht „relativ“, sondern „sehr“ voluminös. Darüber hinaus sorgen Brandschutzvorgaben meist für hohe Kosten bei der Peripherie von zentralen Systemen.

Dezentrale Systeme bieten demgegenüber den Vorteil der Standardisierung: Die Lüftungsanlage ist kein Unikat, das individuellen Fehlern zum Opfer fallen kann. Das dezentrale Gerät wurde einmal entwickelt, optimiert, akkreditiert geprüft, zertifiziert und danach industriell gefertigt. Planer und Aus-



Mit guter Luft lernt es sich besser.

führende dürfen sich auf die publizierten Qualitäten verlassen.

Bei den verhältnismäßig kleinen Lüftungsgeräten werden mühelos Wärmebereitstellungsgrade von 80 bis 85 Prozent erreicht, was ein hohes Maß an Heizenergie einspart. Im Übrigen hilft es auch im Sommer, wenn die frische, aber heiße Außenluft mit Hilfe der Wärmerückgewinnung möglichst stark abgekühlt werden soll. Das Gerät befindet sich direkt in der Schulklasse, dadurch sind keine Zu- und Abluftleitungen erforderlich, und auch die Leitungen ins Freie können in minimaler Länge gehalten werden. Die Druckverluste sind deshalb auf das (optimierte) Gerät beschränkt, wodurch eine sehr gute Stromeffizienz erreicht wird: Während bei zentralen Anlagen meist mit Werten um $0,45 \text{ Wh/m}^2$ gearbeitet werden muss, kommen dezentrale Geräte mit der Hälfte aus. Da die Anlagen üblicherweise nur 1.000 bis 1.500 Stunden pro Jahr betrieben werden, ist der daraus resultierende Stromverbrauch mit 100 bis 200 kWh/a fast vernachlässigbar.

Stichwort Stromverbrauch: Auch eine elektrische Vorwärmung für die Frostfreihaltung verbraucht nur sehr wenig Energie, weil tagsüber die Stunden mit tiefen Minusgraden sehr selten sind. Der Nachteil dieser Methode liegt allerdings darin, dass hohe elektrische Anschlussleistungen bereitgestellt werden müssen, was zu erhöhten Investitionskosten führt. Eine interessante Alternative steht in Form der sogenannten Umluftabtauung zur Verfügung.

Durch die eingesetzte Bedarfssteuerung wird nicht mehr als nötig gelüftet, dadurch wird die Raumluft im Winter auch nicht zu trocken. Für besonders hohe Anforderungen an die Raumluftfeuchte, beispielsweise in einem Musikzimmer, können Enthalpie-

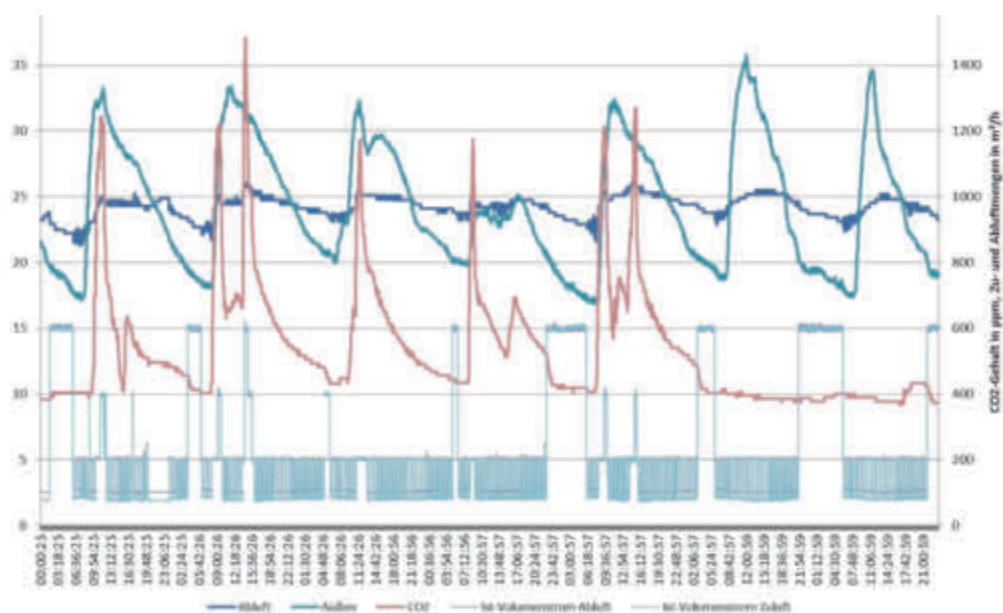
tauscher als Feuchteübertrager eingesetzt werden.

Die akustische Qualität entscheidet über die Akzeptanz der mechanischen Lüftungsanlage: Unangenehm laute Anlagen werden einfach deaktiviert – der gewünschte Effekt wird verfehlt und die Lüftung erhält einen dementsprechend schlechten Ruf. Der Schalldruckpegel in einem Unterrichtsraum soll je nach zitierter Norm 30 bis 35 dB(A) nicht überschreiten. Das Passivhausinstitut präzisiert und bezieht die Raumakustik mit ein: maximal 30 dB(A) bei einem Raumvolumen von 200 m^3 und einer Nachhallzeit von 0,7 Sekunden. Diese Randbedingung ist wichtig, weil in einem schallharten Raum auch das beste Gerät gut zu hören ist. Obwohl eine geringe Nachhallzeit auch aus raumakustischen Gründen in verschiedenen Richtlinien verankert ist, wird sie in der Praxis oft verfehlt. Weisen Planer und/oder Ausführende bereits in der Planungsphase darauf hin, sind die Voraussetzungen für eine begeisternde Lüftungsanlage geschaffen. Die akustische Qualität des Geräts ist sinnvollerweise durch ein Zertifikat oder eine akkreditierte Messung zu belegen.

So viel zur Pflicht, nun zur Kür: Neben der Aufgabe, bei hohem Komfort für gute Luftqualität zu sorgen, kann die mechanische Lüftung einen entscheidenden Beitrag zum sommerlichen Komfort leisten. Der Wärmeeintrag durch Personen, Geräte, Lüftung und solare Einstrahlung kann bei Außentemperaturen oberhalb von 26°C nicht komfortabel „weggelüftet“ werden. Bei nächtlichen Temperaturen von 22°C oder weniger ist dies sehr wohl möglich. Und die thermisch aktivierbare Masse des Klassenraums sorgt dafür, dass die Wärme des Tages nur zu einem kleinen Teil

in die Raumluft gelangt – der größere Teil wird gespeichert und in der Nacht wieder abgegeben. Damit diese Rechnung aufgeht, muss zunächst die Bilanz stimmen: Der Wärmeeintrag des Tages muss in der Nacht abgeführt werden können. Die Größenordnung für diese Bilanz liegt bei 15 bis 20 kWh: Zwei Drittel davon gehen auf das Konto der anwesenden Personen, weitere 20 Prozent müssen auch bei bester Verschattung (Fc-Wert von 10 Prozent) an solarem Eintrag verbucht werden. Der kleine Rest sind interne Lasten durch technische Geräte (Achtung IT-Klassen!), der Eintrag über die Lüftung und die Transmission durch die Außenhülle. Die Abfuhr dieser Wärmemenge ist mit einer Luftmenge von $800 \text{ m}^3/\text{h}$ zu bewerkstelligen: Bei einer Betriebsdauer von zehn Stunden (z. B. abends um 22 Uhr bis morgens um 8 Uhr) können mit 6 K Differenz 17 kWh abgeführt werden. (Vereinfachte Annahme: Temperaturen Raum/außen zu Beginn bei $26^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$; am Morgen $24^\circ\text{C}/18^\circ\text{C}$). Welche Rolle spielt nun die aktivierbare Masse des Raums? Je höher die Masse, desto geringer die Differenz zwischen minimaler und maximaler Temperatur. Mit einer relativ hohen Speicherkapazität von knapp 10 kWh/K pendelt die Temperatur um nur ca. 2 K, wie dem Diagramm zu entnehmen ist – in diesem Beispiel zwischen 23 und 25°C . Je niedriger die Kapazität, umso so höher die Differenz. Eine Raumtemperatur von 26°C ist aber bei Außenbedingungen von über 30°C noch absolut komfortabel, auch 27°C können am späten Nachmittag noch akzeptiert werden. Bei so viel Komfort kann der Lernerfolg ja nur noch steigen – also wann ist der nächste Pisa-Test?

CHRISTOF DREXEL



Auswertung der sommerlichen Nachtauskühlung – Schulhaus Rheinau (Chur).