

Luftqualität in Schulhäusern

Ein gutes Innenraumklima ist wichtig für unser Wohlbefinden. Neben der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit ist vor allem gute Luft wichtig. Besonders in Räumen, wo viele Menschen längere Zeit zusammen sind, muss verbrauchte Luft regelmässig ersetzt werden. Zu viel Kohlendioxid (CO₂) in der Luft macht müde und reduziert die Konzentrationsfähigkeit. Für gute Schulleistungen müssen wir deshalb den Schülerinnen und Schülern gehörig den Kopf lüften.



Foto: Bau- und Umweltschichte AG, Zürich

Luftkeimmessung



Foto: Bau- und Umweltschichte AG, Zürich

CO₂-Messung

Schulkinder verbringen ungefähr 30 bis 50 Prozent ihrer Tageszeit in der Schule. In den stark belegten Schulzimmern wird die Luft schnell verbraucht. Weil heute die Gebäude sehr gut abgedichtet sind, findet ein natürlicher Luftaustausch kaum mehr statt. Deshalb ist eine ausreichende Lüftung sehr wichtig. In Büro- und Geschäftsgebäuden, wo ebenfalls viele Menschen zusammen arbeiten, wird heute in der Regel Frischluft mit einer mechanischen Lüfterneuerungsanlage zugeführt. Schulhäuser werden leider immer noch oft ohne diese Anlagen gebaut. Bekommen die Kinder in diesen Schulhäusern genügend frische Luft?

Werner Leuthard
Fachstelle Energie
062 835 28 80

Luftqualitätsmessungen

Das Departement Bildung, Kultur und Sport und das Departement Bau, Verkehr und Umwelt haben eine vergleichende Luftqualitätsmessung in ausgewählten Schulhäusern im Kanton Aargau in Auftrag gegeben. In zwölf Schulzimmern wurden während einer Woche die Raumtemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und die CO₂-Konzentration gemessen. Die Hälfte der Schulhäuser ist im MINERGIE-Standard gebaut und besitzt daher eine mechanische Lüfterneuerungsanlage. In diesen Räumen ist zusätzlich die hygienische Luftqualität bestimmt worden. Die restlichen Zimmer werden durch die Fenster gelüftet.

Schulhäuser mit Fensterlüftung

Es zeigt sich, dass bei einer dichten Gebäudehülle und stark belegten Räumen das regelmässige Öffnen der Fenster in den Pausen nicht ausreicht, um eine befriedigende Luftqualität zu erhalten. Während eines Grossteils der Unterrichtszeit wurden CO₂-Konzentrationen gemessen, die doppelt so hoch

waren wie die gesetzlichen Vorgaben (2000 ppm anstatt 1000 ppm CO₂). Abhilfe könnten folgende Massnahmen schaffen:

- Vergrößerung der Fensterflächen, die man öffnen kann (Drehfenster anstatt Kippfenster);
- Gegenlüften statt einseitiges Lüften («Durchzug»);
- Lüften während des Unterrichts.

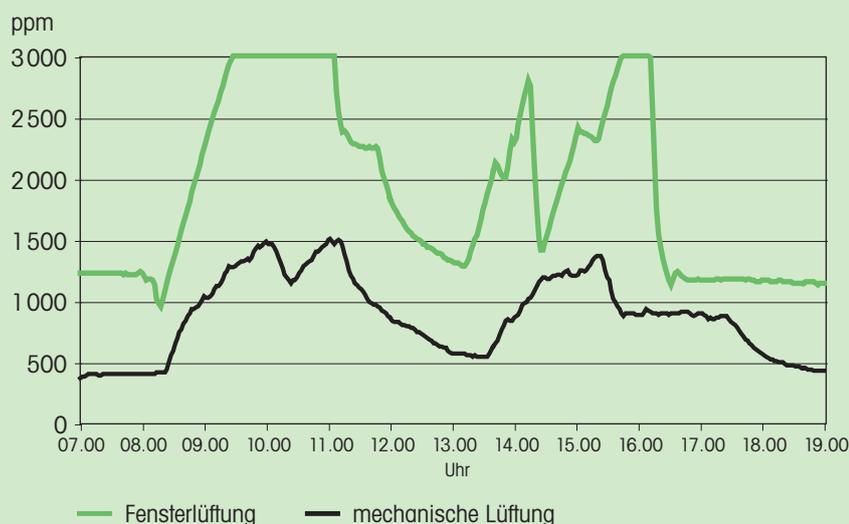
Schulhäuser mit mechanischer Lüftung

Erwartungsgemäss ist die Raumluftqualität in Schulräumen mit mechanischer Lüftung deutlich besser als in Räumen mit Fensterlüftung. Die untersuchten Schulhäuser mit mechanischem Lüften erfüllen, abgesehen von kurzen Überschreitungen, die Vorga-

ben für die CO₂-Konzentration von 1000 ppm. In Schulhäusern mit knapp bemessenem Zuluftstrom ist eine zusätzliche Pausenlüftung mittels Fenster, insbesondere bei hoher Raumbelastung, sinnvoll. In einem Schulhaus mit reichlich bemessenem Zuluftstrom könnte dieser zumindest in der kalten Jahreszeit reduziert werden, um die relative Luftfeuchtigkeit im Raum zu erhöhen.

Die Messungen zeigen, dass die installierten raumluftechnischen Anlagen in einem hygienisch guten Zustand sind. Die den Räumen zugeführte Luft weist bezüglich Feinstaub und Keimen generell eine bessere Qualität auf als die Aussenluft. Bei Schulhäusern mit Fensterlüftung entsprechen diese Parameter der Aussenluft.

Tagesgang der CO₂-Konzentration



Die Grafik zeigt den typischen Tagesgang der CO₂-Konzentration in einem Schulzimmer mit Fensterlüftung und einem mit mechanischer Lüftung. Beide Messungen wurden am 28. Februar 2005 vorgenommen. Im Schulzimmer mit Fensterlüftung waren 20 Kinder, in dem mit mechanischer Lüftung 21 Kinder anwesend.

Das Absinken der CO₂-Konzentration im Raum mit Fensterlüftung wird durch Lüften in der Pause, in der die Kinder das Zimmer verlassen, verursacht. Durch die dichte Gebäudehülle sinkt die CO₂-Konzentration auch über Nacht nicht auf Aussenluftwerte.

Im Raum mit mechanischer Lüftung entspricht die CO₂-Konzentration der Anzahl Personen, die sich im Raum aufhalten. Ist der Raum leer, erreicht die CO₂-Konzentration innerhalb etwa einer Stunde Aussenluftwerte.

Es wäre interessant, die schulischen Leistungen der Kinder in beiden Klassenräumen miteinander zu vergleichen...

Glossar

CO₂: Kohlendioxid

ppm, parts per million:

1 Millionstel = 0,0001 % =

1 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) bzw. 1 Milliliter pro Kubikmeter (ml/m³)

Die relative Luftfeuchtigkeit

Für die relative Luftfeuchtigkeit wird im Winter ein Wert von mindestens 30 Prozent gefordert. Allerdings ist es bei kalter, trockener Aussenluft an einzelnen Tagen unmöglich, diesen Wert ohne zusätzliche Befeuchtung oder Feuchterückgewinnung in der Abluft einzuhalten. Die erreichbare relative Luftfeuchtigkeit hängt von der Luftwechselrate ab, also der Zeit die es braucht, um die gesamte Luftmenge in einem Raum einmal auszuwechseln. Bei einem raschen Wechsel, einer hohen Luftwechselrate, oder bei tiefer Schülerbelegung sinkt die relative Luftfeuchtigkeit. Alle Massnahmen, die zu einem tiefen CO₂-Level führen, reduzieren also auch die relative Luftfeuchtigkeit. Wird die CO₂-Konzentration von weniger als 1000 ppm eingehalten, wird die geforderte relative Luftfeuchtigkeit von 30 Prozent in zehn Prozent der Belegungszeit unterschritten.

Trockene Luft - vor allem im Winter

Ein Raumklima zwischen 20 und 23 Grad empfinden wir als behaglich, falls die Luftfeuchtigkeit zwischen 30 und 60 Prozent liegt. Im Winter kommt es oft vor, dass dieser Bereich unterschritten wird. Kalte Luft kann im Vergleich zu warmer Luft wenig Wasserdampf aufnehmen. Wird kalte Aussenluft auf Raumtemperatur erwärmt, sinkt die relative Feuchtigkeit ab. Wohnungen und Schulzimmer mit einem grossen Luftaustausch sind im Winter oft trocken, wenn nicht genügend Feuchtigkeit über andere Kanäle zugeführt wird.

Eine ruhende Person schwitzt ungefähr einen Liter Wasser pro Tag. Viele Personen in einem Raum erhöhen also die Luftfeuchtigkeit. Gleichzeitig geben sie aber auch viel CO₂ und Geruchsstoffe ab. Dies verlangt nach einer erhöhten Lüfterneuerung, was wieder zu einer tieferen Luftfeuchtigkeit führt. Ein ausreichender Luftwechsel und tiefe relative Luftfeuchtigkeit sind somit eng miteinander verbunden. Es empfiehlt sich deshalb grundsätzlich, den Luftwechsel der Personenzahl anzupassen. Darüber hinaus kann die relative Luftfeuchtigkeit beispielsweise mit Pflanzen erhöht werden.

Lüftungsanlagen bei Neubauten notwendig

Bei einer starken Belegung wird die geforderte Raumluftqualität also nur mit einer mechanischen Lüftung erreicht. In herkömmlichen Schulhäusern mit traditioneller Fensterlüftung kann die CO₂-Konzentration weit über den geforderten Maximalwert ansteigen. Ein Vergleich der Zuluftqualität mit der Aussenluftqualität bei einer mechanischen Lüftung zeigt, dass in der Regel die Luftkeimkonzentration in der Zuluft deutlich geringer ist als in der Aussenluft.

Die Messungen zeigen, dass eine kontrollierte Raumlüftungsanlage für Schulneubauten mit dichter Gebäudehülle und stark belegten Räumen notwendig ist, um eine gute Raumluftqualität zu gewährleisten. Eine Lüftung sichert in neuen, dichten Gebäuden den benötigten Luftwechsel und hilft zudem Energie sparen, indem während des Heizbetriebes die Wärme der abgeführten Luft zur Erwärmung der zugeführten Luft genutzt wird.

In ein modernes Schulhaus gehört also eine mechanische Lüfterneuerung. Der heutige Stand der Technik verlangt auch für Schulhäuser den MINERGIE-Standard.

Der Bericht «Vergleichende Luftqualitätsmessungen in Schulhäusern im Kanton Aargau» kann eingesehen werden unter www.ag.ch/fachstelle_energie/de/pub/energiebewusst_bauen/index.php.

MINERGIE und Lüfterneuerung

Bei einem herkömmlichen Haus betragen die Wärmeverluste durch Lüften, durch die Wärmeleitung durch die Wände und durch das Dach je etwa 20 Prozent. Ein Viertel geht durch die Fenster und rund zehn Prozent durch den Keller verloren. In einem gut gedämmten, modernen Haus mit modernen Fenstern verändern sich diese Werte. Wird ein solches Haus auf die traditionelle Art weiterhin manuell über die Fenster gelüftet, steigen die Lüftungsverluste prozentual sehr stark an und können über 40 Prozent betragen. Deshalb ist für ein modernes, energieeffizientes Gebäude eine mechanische Lüfterneuerung mit einer Wärmerückgewinnung unabdingbar. Deshalb spielt die Komfortlüftung beim MINERGIE-Standard eine zentrale Rolle. Neben den tieferen Energiekosten kann damit vor allem auch der Komfort entscheidend gesteigert werden. 

Wie viel Luft braucht der Mensch?

Wir kennen sehr strenge Hygienevorschriften für unsere Nahrungsmittel und Getränke. Ablaufdaten garantieren, dass diese nicht verdorben sind. Wieso stellen wir nicht dieselben hohen Anforderungen an unsere Atemluft?

Bereits vor 130 Jahren hatte der deutsche Forscher Max Pettenkofer den CO₂-Gehalt der Luft als Massstab für die Qualität der Raumluft erkannt. Für das Befinden des Menschen ist der CO₂-Gehalt der Luft also von grosser Bedeutung. Tag für Tag atmet jeder Mensch rund 24 Kilogramm oder umgerechnet 20'000 Liter Luft ein und aus.

Die SIA Norm 382/1 von 1992 legt einen CO₂-Grenzwert für Schulbauten von 1500 ppm fest. Dieser Wert ist aus heutiger Sicht zu hoch. Die europäische CEN-Norm prEN 13779 sieht ein zulässiges Tagesmittel von 1000 ppm vor. Damit sich die Menschen wohl fühlen und konzentriert arbeiten und lernen können, sollte so viel Frischluft zugeführt werden, dass der Tagesmittelwert von CO₂ unter 1000 ppm liegt und der Höchstwert von 1500 ppm nicht überschritten wird. Damit können Müdigkeit und Nachlassen der Konzentrationsfähigkeit verhindert werden.

Findet ein genügender Luftwechsel statt, welcher die CO₂-Konzentration innerhalb der Toleranzen garantiert, so werden meistens auch alle anfallenden Geruchs- und Schadstoffe im genügenden Masse entfernt. Die CO₂-Konzentration stellt damit den kritischen Wert für eine ausreichende Luftqualität dar. Es genügt daher in den meisten Fällen, nur die CO₂-Konzentration zu messen.

