

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 135 (2009)  
**Heft:** 47: Norm vs. Innovation?

## Sonstiges

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# KONTROLIERTE FENSTERLÜFTUNG IM TEST



01 Schulhaus Untermoos in Zürich Altstetten, Südostseite. Die für das Pilotprojekt verwendeten Zimmer befinden sich in der Gebäudemitte (EG und DG)



02 Zwei der Oberlichter in Zimmer 5 auf der Südostseite sind von der automatischen Steuerung leicht geöffnet worden

Schulanlagen ohne kontrollierte mechanische Lüftung weisen in der Regel eine unbefriedigende Luftqualität auf. Wenn die Gebäudehülle aus energetischen Gründen besser abgedichtet wird, verstärkt sich dieses Problem. Mechanische Lüftungssysteme sprengen aber häufig den Budgetrahmen oder sind aus Gründen der Denkmalpflege nicht einsetzbar. In einem Pilotprojekt wurde daher untersucht, ob sich eine kontrollierte Fensterlüftung als Alternative eignet.

Durchgeführt wurde das Pilotprojekt in der Schulanlage Untermoos in Zürich Altstetten, die von 2007 bis 2009 im Auftrag der Stadt Zürich instand gesetzt wurde (Abb. 1). Im Rahmen dieser Modernisierung wurden in vier Schulzimmern die bestehenden Kippfensterflügel mit einer kontrollierten Fensterlüftung ausgerüstet. Dazu wurden je zwei Kippfenster auf den gegenüberliegenden Seiten der Zimmer mit Antrieben ausgestattet, was eine Querlüftung erlaubt (Abb. 2). Angesteuert werden die Antriebe über einen Zentralrechner, der mit Messfühlern im Zimmer und einer Wetterstation auf dem Schulhausdach verbunden ist. Der Öffnungswinkel der Kippfenster passt sich fortlaufend den Wetterdaten und dem Raumklima ( $\text{CO}_2$ -Konzentration, Temperatur) an. Eine manuelle Übersteuerung der Kippfenster ist für die Lehrkräfte jederzeit möglich. In zwei der vier Zimmer wurde die automatische Steuerung vorerst nicht aktiviert, damit sie als Referenzobjekte für manuell belüftete Schulzimmer dienen konnten. Dieses Lüftungssystem wur-

de während des Schuljahrs 2008/2009 hinsichtlich Komfort, Energieverbrauch und Wirtschaftlichkeit untersucht. Dazu wurden in allen vier Schulzimmern die Messgrößen  $\text{CO}_2$ , Temperatur und Raumlufteuchte in 5-Minuten-Intervallen aufgezeichnet. Außerdem wurden die Wetterdaten und der Strom- und Heizenergieverbrauch erfasst. Die vier direkt betroffenen Lehrkräfte wurden im Winter und im Sommer zu ihrer Zufriedenheit und ihren Erfahrungen mit der Lüftung (manuelle bzw. kontrollierte Fensterlüftung) befragt. Es wurde kein spezifisches Benutzerverhalten empfohlen oder gar vorgeschrieben.

## ERGEBNISSE IM WINTER

Im Winterbetrieb interessierten in erster Linie die Luftqualität und der Heizenergieverbrauch. Die Luftqualität fällt in den kontrolliert gelüfteten Schulzimmern befriedigend aus: Mehr als drei Viertel aller Lektionen bei Vollbelegung weisen einen mittleren  $\text{CO}_2$ -Wert (Median) von unter 1350 ppm auf (Abb. 3). 1350 ppm entsprechen dem oberen Grenzwert, den die SIA-Norm 382/1 für Schulhäuser empfiehlt.

Eine annähernd befriedigende Luftqualität ist mit einer konsequent durchgeföhrten Handlüftung zu erreichen, wie sie die Lehrkraft in Zimmer 6 organisiert. Sie betraut zu diesem Zweck jeweils ein Kind mit dem sogenannten Fensterämtli, damit das Schulzimmer in jeder Pause gut gelüftet wird. Darüber hinaus muss zweimal je fünf Minuten lang während einer Lektion gelüftet werden, auch im Winter. Die Lehrkraft in Zimmer 8 lüftet hingegen nur «sporadisch» von Hand. Als Resultat fällt die Luftqualität inakzeptabel aus. Zimmer 8 darf-

te repräsentativ für die Mehrheit aller Schulzimmer ohne eingebaute Lüftung sein.<sup>1</sup>

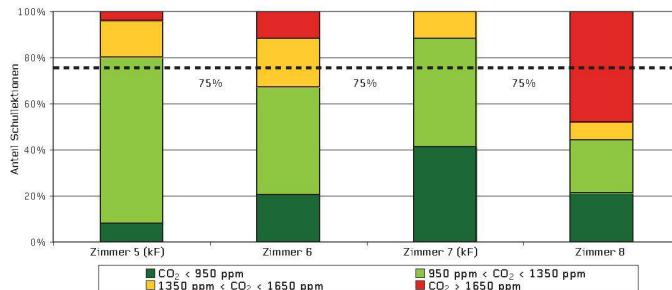
Die kontrollierte Fensterlüftung führt außerdem zu einem um 5 bis 10% geringeren Heizenergieverbrauch pro Schulzimmer, verglichen mit einem von Hand gut gelüfteten Zimmer. Eine Ventilatorlüftung mit Wärmerückgewinnung würde eine Einsparung von 20 bis 25% im Vergleich zur Handlüftung ermöglichen. Bei diesen Werten ist jedoch zu beachten, dass die Gebäudehülle bei der Instandsetzung nicht nachgedämmt wurde. Daher machen Lüftungsverluste nur etwa 25% des gesamten Heizenergieverbrauchs aus. Bei gut wärmegedämmten Schulhäusern können die Einsparungen der Lüftungswärmeverluste bis zu 50% betragen.

## ERGEBNISSE IM SOMMER

Im Sommerbetrieb ist die Nachtauskühlung der grösste Vorteil der kontrollierten Fensterlüftung, während die Fenster in den manuell gelüfteten Zimmern wegen des Risikos einer Gewitterfront nachts geschlossen bleiben. In den Zimmern mit kontrollierter Nachtauskühlung liegt die Raumtemperatur im Schnitt 1°C tiefer, deutlich weniger Lektionen überschreiten den Grenzwert (in Anlehnung an SIA-Norm 382/1) von 26.5°C. Daneben beeinflusst natürlich auch die Lage der Zimmer die Temperatur: Die Zimmer im Dachgeschoss sind 1 bis 2°C wärmer als die darunterliegenden.

## KOSTEN

20 Schulzimmer mit einer kontrollierten Fensterlüftung auszustatten, führt – über den Lebenszyklus gerechnet – zu Mehrkosten von



03 Luftqualität im Winter während der Unterrichtsstunden bei Vollbelegung: Zimmer 5 und 7 mit kontrollierter Fensterlüftung schneiden besser ab als Zimmer 6 und 8. Zimmer 8 ist repräsentativ für ein Schulzimmer ohne automatische Lüftung. Schulzimmer mit mehr als 25 % aller Lektionen über 1350 ppm weisen eine inakzeptable Luftqualität auf

04 Wirtschaftlichkeit der drei Lüftungskonzepte, berechnet als mittlere Jahreskosten in CHF pro Schulzimmer (Fotos und Grafiken: Autoren)

1500 bis 2000 Fr. pro Schulzimmer und Jahr. Dies ist rund 25% günstiger als eine Ventilatorlüftung mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung (Abb. 4). Die höheren Investitionskosten der kontrollierten Fensterlüftung wie auch der Ventilatorlüftung rechtfertigen sich primär durch die bessere Luftqualität und nicht durch die eingesparte Heizenergie, da diese beim vorliegenden Objekt verhältnismässig gering ausfällt.

#### ZUFRIEDENE BENUTZER

Die befragten Lehrkräfte in den Zimmern mit kontrollierter Fensterlüftung sind grundsätzlich zufrieden: Sie würden – Wahlfreiheit vorausgesetzt – ein Schulzimmer mit kontrollierter Fensterlüftung bevorzugen, da die Luft weniger stickig sei und sie nicht mehr ans Lüften zu denken brauchten.

#### GUTER KOMPROMISS

Schulhäuser können bei einer akzeptablen Luftqualität von Hand gelüftet werden, wenn die Fensterlüftung äusserst diszipliniert betrieben wird. Dafür sollte eine Lehrkraft einem bestimmten Zimmer (wie in Primarschulen üblich) fest zugeordnet sein, und die Klassen sollten nicht mehr als etwa 20 Kinder umfassen (etwa 5 m<sup>2</sup> pro Person).

Allerdings zeigt die Erfahrung, dass auch bei fixer Zimmerverteilung wie im Schulhaus Untermoos eine Lüftung von Hand in den meisten Schulzimmern nicht konsequent genug durchgeführt wird. Aus Gründen der Luftqualität müssen daher andere Lüftungssysteme erwogen werden. Bei Schulzimmern, die eine Querlüftung erlauben, kann die kontrollierte Fensterlüftung als «guter Kompromiss» zwischen guter Raumluft, tiefem Ener-

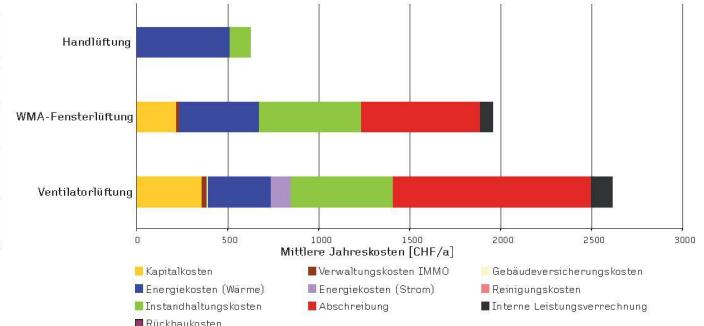
gieverbrauch und Kosten bezeichnet werden. In anderen Fällen und insbesondere bei Neubauten soll die einfache Lüftungsanlage mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung die Standardlösung bleiben, da der Raumluftkomfort besser gewährleistet wird und mehr Heizenergie eingespart werden kann.<sup>1</sup>

**André Galli**, Dr., dipl. Physiker, hässig sustech gmbh, Uster, galli@sustech.ch

**Werner Hässig**, Dr., dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, hässig sustech gmbh, Uster, haessig@sustech.ch

#### Anmerkung

1 W. Hässig, A. Primas, P. Karlström, M. Leonarz, M. Marti: CO<sub>2</sub>-gesteuerte Lüftungen in Schulen, Energieeinsparungen durch CO<sub>2</sub>-gesteuerte Lüftungen. im Auftrag des Bundesamt für Energie, des AHB Zürich und des Kantons Zürich, 2008. Bezugsquelle: [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)



**“ Ich gehe hin, weil Woodstock auch in der Klima-Architektur rockt. ”**

Mehr zu den Sonderschauen auf [www.swissbau.ch](http://www.swissbau.ch)

**swissbau**

Basel 12–16|01|2010