

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 135 (2009)  
**Heft:** 44: Schulhaus Leutschenbach

**Artikel:** Reiches Innenleben  
**Autor:** Waldhauser, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-108324>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

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

# REICHES INNENLEBEN

Dank sorgfältiger Planung ist es gelungen, die Gebäudetechnik des Schulhauses Leutschenbach sinnvoll ins Gebäude zu integrieren. Werner Waldhauser erläutert die Studien, die im Vorfeld betrieben wurden und die die Grundlage für das gewählte Gebäudetechnikkonzept lieferten – ein Konzept, das schliesslich auch ungewöhnliche Lösungen wie die natürliche Belüftung einer allseits verglasten Turnhalle ermöglichte.

Eine spezielles Thema bei diesem Glasbau war die Unsicherheit bezüglich des zu erwartenden Raumklimas. Sowohl der Energieverbrauch als auch der Komfort im Sommer und im Winter wurden von der Jury infrage gestellt, was zur Folge hatte, dass in der zweiten Stufe des Wettbewerbs die Funktionstüchtigkeit und der Minergiestandard nachgewiesen werden mussten. Diese Forderung hatte detaillierte, nachvollziehbare Minergieberechnungen in Bezug auf Verlust/Gewinn der Gebäudehülle, Energiebedarf für die Luftaufbereitung und -verteilung sowie Energieerzeugung zur Folge. Mit dem kompakten Gebäudevolumen, dem Einsatz sehr guter Gläser (U-Wert Glas inkl. Rahmen  $0.9\text{W/m}^2\text{K}$ ), dem Wärmebezug von der nahe gelegenen Kehrlichtverbrennungsanlage und dem Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wurden die Minergie-Anforderungen erfüllt und der damals zulässige Grenzwert Minergie ( $34.8\text{kWh/m}^2$ ) sogar deutlich unterschritten ( $19\text{kWh/m}^2$ ). Mittels dynamischer Gebäudesimulation wurde – mit Berücksichtigung der aussen liegenden Sonnenstoren, der Speicherkapazität von Decke und Boden sowie der natürlichen Nachtauskühlung der Turnhalle im Sommer – die Einhaltung der SIA-Grenzwerte für Behaglichkeit nachgewiesen.

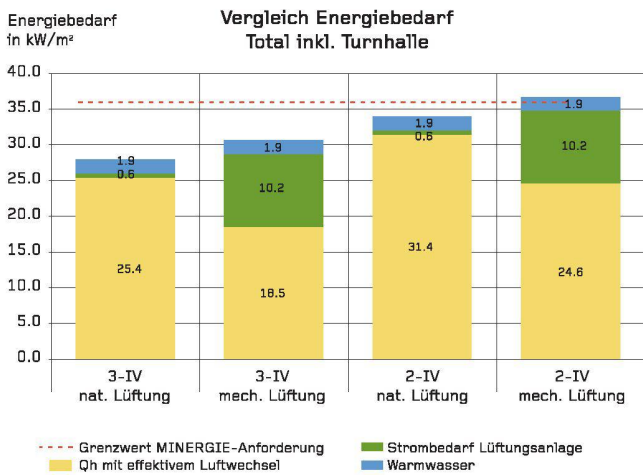
Somit war der Weg frei für die Weiterplanung. Die gute und enge Zusammenarbeit von Architekt, Bauingenieur und Gebäudetechnikingenieur führte zu interessanten Erkenntnissen von disziplinübergreifenden Zusammenhängen. Dies ermöglichte die Vertiefung eines Themas, das für Schulbauten in der Stadt Zürich bereits der Vergangenheit angehörte: ein natürlich belüftetes Schulhaus, und erst noch ein Glasbau! Denn der Minergiestandard setzt einen mechanisch kontrollierten Luftwechsel voraus, die maximale  $\text{CO}_2$ -Konzentration ist höher als bei mechanischer Lüftung, und ein den Aussentemperaturen und dem Energieverbrauch angepasstes Verhalten wird heute Lehrern und Schülern nicht zugemutet. Wie kam es trotzdem dazu?

## NATÜRLICHE ODER MECHANISCHE LÜFTUNG?

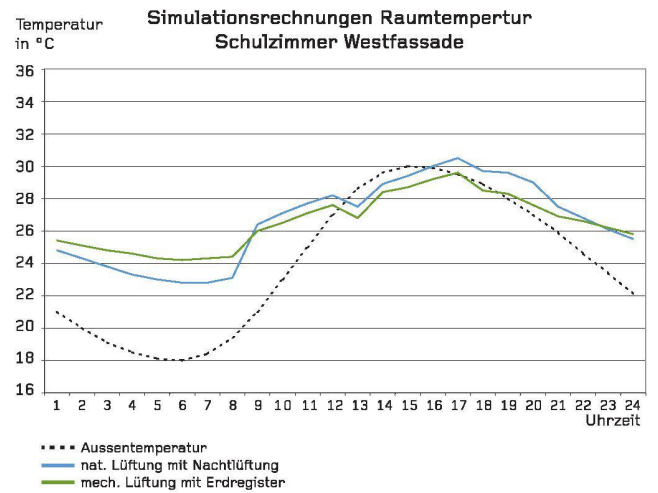
Die notwendige lichte Raumhöhe in den Schulzimmern (3.6m) ist eine Konsequenz der grossen Raumtiefen, die sich wiederum aus der Tatsache ergaben, dass die Abmessungen der Turnhalle im obersten Geschoss den Grundriss der Schule bestimmten. Diese Raumhöhe führte zu einem grösseren Volumen pro Person – und demzufolge zu einem grösseren «Speichervolumen» für das während der Schulstunde (45min) produzierte  $\text{CO}_2$ . Zudem fühlt man sich in hohen Räumen – besonders im Sommer – wesentlich behaglicher und ist gegenüber «schlechter» Luft und/oder «Übertemperaturen» flexibler. Selbstverständlich genügten diese Argumente nicht für einen Systemwechsel; der Nachweis musste, auch im eigenen Interesse, erbracht werden.

Untersucht wurden folgende Kriterien für eine natürliche Lüftung im Vergleich mit einer mechanischen Lüftung:

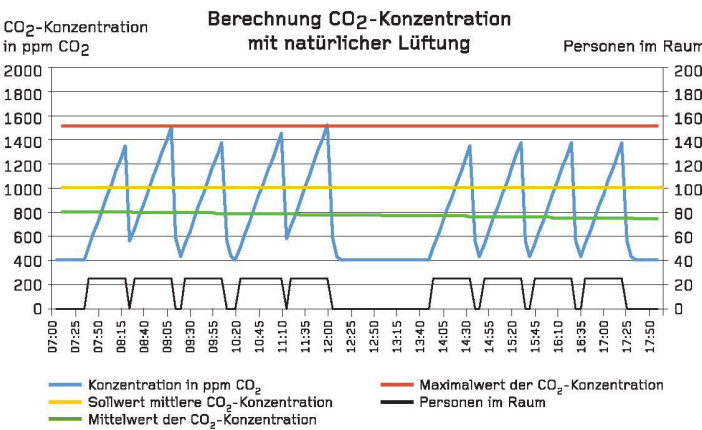
1. zu erwartende Raumtemperaturen im Sommer
2. zu erwartende  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen im Verlauf einer Schulstunde
3. zu erwartender Energieverbrauch
4. Investitionskosten



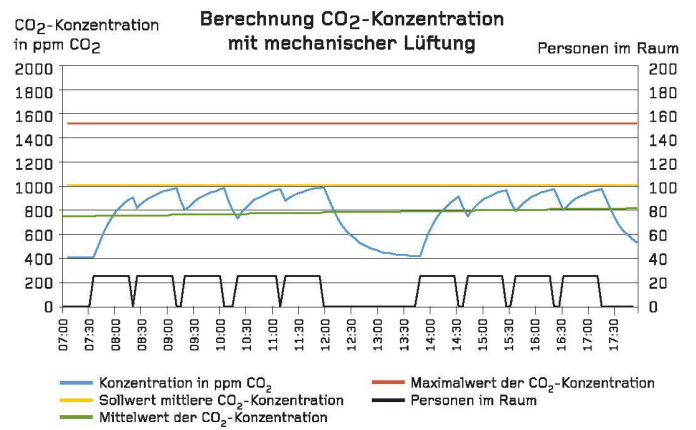
01



02



03



04

Die Untersuchung bestätigte die erwarteten Ergebnisse:

1. Nach einem kühleren Start am Morgen wird es mit der natürlichen Lüftung im Laufe des Tages um ca. 1K wärmer als mit adiabatisch<sup>1</sup> gekühlter Aussenluft.
2. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration liegt im Tagesmittel bei beiden Varianten bei ca. 800ppm. Der Konzentrationsanstieg während der Schulstunde ist mit Pausenlüftung grösser (1500 ppm => max. zulässiger Wert für Schulbauten), startet aber bei einem markant tieferen Wert (400 ppm) als bei der mechanischen Lüftung, wo die Schulstunde mit 800 ppm startet und mit 1000 ppm endet.
3. Der Energieverbrauch (inkl. des mit dem Minergiefaktor 2 gewichteten Stromverbrauchs für die Lüftungsanlage) ist für beide Varianten etwa gleich, für die natürliche Lüftung eher geringer.
4. Die Mehrinvestitionen der mechanischen Lüftung gegenüber motorisch angetriebenen (Minergieanforderung), raumhohen Lüftungsflügeln fielen mit 300000 Fr. nicht gross ins Gewicht.

Da während der durchgeführten Abklärungen die Anflugschneisen des Flugverkehrs erweitert und Leutschenbach miteinbezogen wurde, die motorisch betriebenen Lüftungsflügel einen grossen technischen Aufwand zur Folge gehabt hätten und im Vergleich zu einer mechanischen Lüftung keinen grossen Vorteil mehr boten, haben sich die Bauherrschaft und das Planungsteam schliesslich für die mechanische Lüftung entschieden. Davon ausgenommen ist die Turnhalle, die nur natürlich be- und entlüftet wird. Dabei waren die Erkenntnisse, die aus den durchgeführten Realisierbarkeitsabklärungen gewonnen wurden, für die Turnhallenlösung von grossem Nutzen.

01 Vergleich des Energiebedarfs natürliche versus mechanische Lüftung, jeweils mit 2fach- oder 3fach-Isolierglas

02 Zu erwartender Raumtemperaturverlauf im Sommer in einem Schulzimmer an der Westfassade bei natürlicher und mechanischer Lüftung

03 CO<sub>2</sub>-Konzentration im Schulzimmer an der Westfassade bei natürlicher Lüftung (Pausenlüftung)

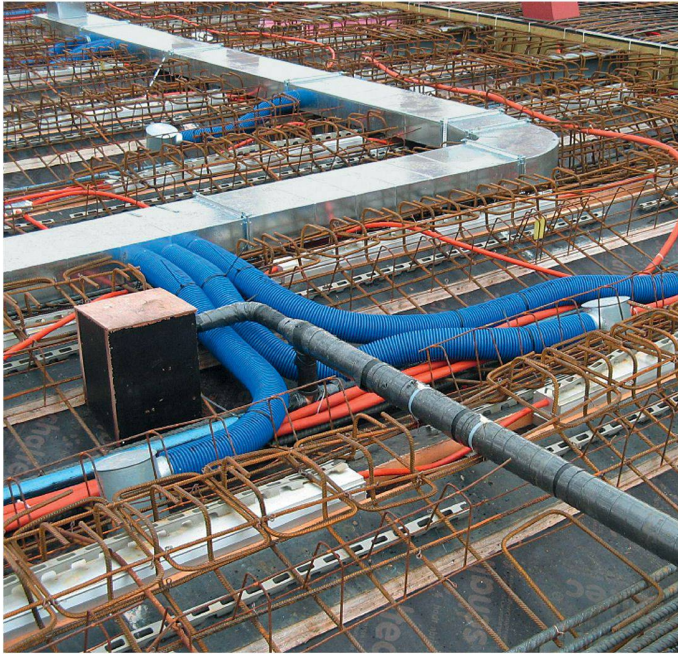
04 CO<sub>2</sub>-Konzentration im Schulzimmer an der Westfassade bei mechanischer Lüftung (Grafiken: Waldhaus Haustechnik)

05 Turnhalle

(Foto: Walter Mair/Ausschnitt: Red.)



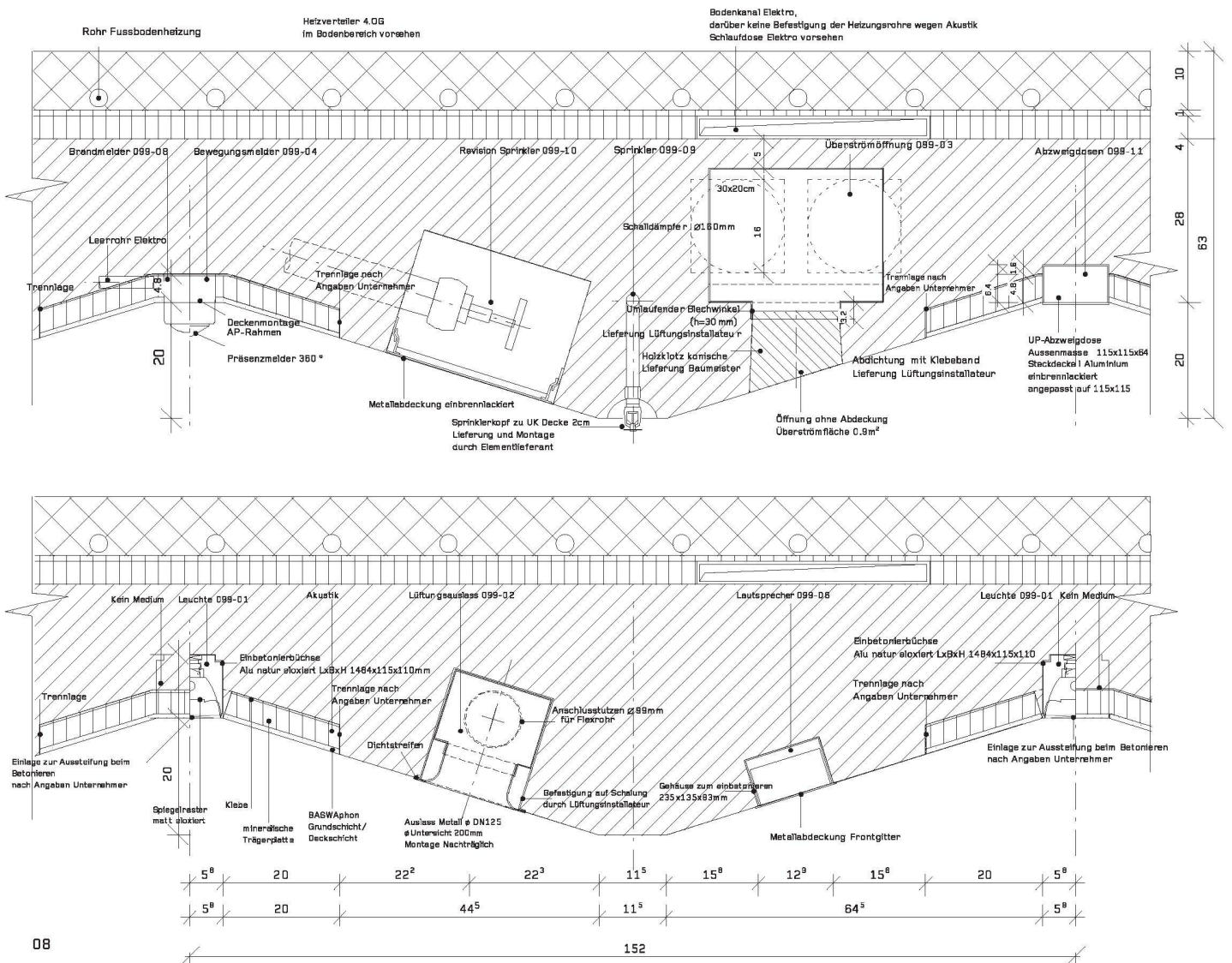




06



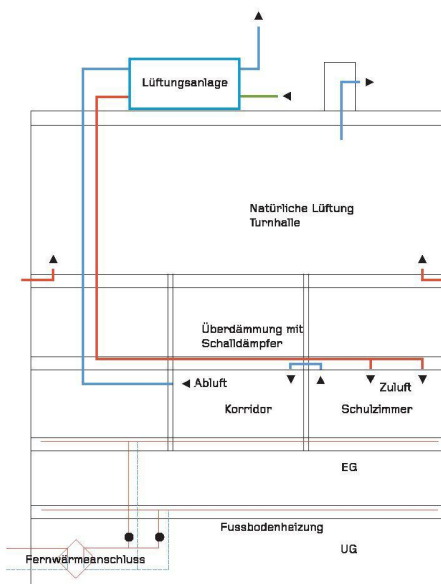
07



08



09



10

**06** Sauber geplante Führung der Medien unter Berücksichtigung der Bewehrung  
(Foto: Robert Gschwend, WHT)

**07** Die Deckenuntersicht lässt kaum erahnen, welche Fülle an Medien und Einlagen in der Decke untergebracht sind (Foto: js / Red.)

**08** Deckenquerschnitte  
(Plan: Christian Kerez AG)

**09** Blick ins 4. OG (Foto: Walter Mair)

**10** Schema des realisierten Heizung-Lüftung-Konzeptes (Grafik: Werner Waldhauser)

### BETONDECKEN MIT EINLAGEN

Die unauffällige Integration der gesamten Gebäudetechnik in das Gebäude, das architektonisch und statisch sehr hohen Ansprüchen genügt, war nur aufgrund einer intensiven und engagierten Zusammenarbeit des ganzen Planungsteams möglich. Die Zuluftverteilung ist, wie die Überströmöffnungen von den Schulzimmer in die Korridore auch, in die Betondecke integriert; die Abluft wird zentral in den Korridoren in der Nähe der Steigzone abgesaugt. Die Luftaufbereitung erfolgt auf dem Dach, die Aussenluft wird im Sommer adiabatisch gekühlt.

Die wellenförmige Deckenuntersicht ergibt sich aus optimierten und koordinierten Einlagen, die in engster Zusammenarbeit aller am Planungsprozess Beteiligten entstanden sind. In den von Einlagen befreiten Zonen wurde zugunsten des Raumhöhengewinns die Deckenstärke reduziert, was den Betonverbrauch und das Gewicht verminderte. Zusammen mit den – ebenfalls in der Decke integrierten – Akustikmassnahmen trägt die Wellung der Decke zu einer erstaunlich guten Akustik in den von harten Materialien geprägten Räumen bei. Zur völligen Überraschung aller, die Skepsis äusserten gegenüber Glasbauten im Allgemeinen und der extrem exponierten, komplett verglasten und erst noch natürlich belüfteten Turnhalle im Speziellen, hat das Schulhaus die heissen Tage zu Schulbeginn mit Bravour überstanden – auch die Turnhalle. Der Winterbetrieb steht noch bevor: Auf den gemessenen Energieverbrauch und dessen Analyse sind wir sehr gespannt und werden zu einem späteren Zeitpunkt darüber berichten.

**Werner Waldhauser**, Waldhauser Haustechnik AG, Münchenstein/St.Gallen  
werner.waldhauser@waldhauser.ch

### Anmerkung

1 Bei der indirekten adiabaten Kühlung bzw. der indirekten Verdunstungskühlung wird das Kühlpotenzial dadurch erzeugt, dass die warme Abluft mit Sprühwasser in Verbindung gebracht wird. Die Wärmerückgewinnung nimmt die Verdunstungskälte auf und kühlt damit die benötigte Frischluft des Raumes. Die befeuchtete, verbrauchte Abluft gelangt ohne Umluftanteile schwadenfrei direkt ins Freie. Selbst im Hochsommer lässt sich so die Frischluft auf angenehme Werte kühlen. Das Verfahren erhöht dabei nicht den Wassergehalt der Raumluft.