

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105 (1987)
Heft: 40

Artikel: Schulhaus "Gumpenwiesen": Energiesparprojekt und dessen Messergebnisse
Autor: Baumgartner, Thomas / Favre, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76721>

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: 17.03.2025

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

Schulhaus «Gumpenwiesen»

Energiesparprojekt und dessen Messergebnisse

Von Thomas Baumgartner, Dübendorf, und R. Favre, Walenstadt

Im Rahmen eines Auftrages des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) und des Kantons Zürich werden von der EMPA seit dem Februar 1986 am Primarschulhaus «Gumpenwiesen» in Dielsdorf Messungen durchgeführt. Mit dem Messprojekt werden folgende Ziele verfolgt:

- Analyse des energetischen Verhaltens unter Einbezug der Raumluftthygiene
 - Erarbeitung von objektbezogenen Optimierungsgrundlagen
 - Bestimmung von Konzeptionsgrundlagen für Schulbauten mit kontrollierter Lüftung.
- Die Resultate der ersten Messperiode bestätigen den zuvor geplanten niedrigen Energieverbrauch mit einer Energiekennzahl von 172 MJ/m²a. Dieser wird vor allem durch die Lüftungsraten bestimmt, da die Transmissionsverluste dank der vorbildlichen Wärmedämmung der Gebäudehülle verhältnismässig klein sind. Doch ist die Frischluftfrate in den Klassenzimmern häufig zu gering; während den Nutzungszeiten sind minimale Frischluftfraten von rund 13 m³/h Person einzuhalten. Die bei Planung, Ausführung und Betrieb des Schulhauses «Gumpenwiesen» gesammelten Erfahrungen zeigen die Notwendigkeit von der bisherigen sektoriellen Planung zur integralen Planung mit projektumspannender Fachkoordination überzugehen. Diese ist notwendig, um ein sinnvolles Energiekonzept über alle Planungsphasen, von Vorstudien bis zur Abnahme, konsequent zu verfolgen.

Das im Jahre 1985 fertiggestellte Primarschulhaus «Gumpenwiesen» wird im Rahmen eines Projektes des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) und eines Pilotprojektes des Kantons Zürich (siehe Kasten) messtechnisch erfasst.

Das Projekt umfasst die Aufgabenbereiche

- Mess- und Forschungsprojekt und Systemoptimierung
- Demonstrationsprojekt.

Im Rahmen dieses Beitrages wird nur auf das von der EMPA bearbeitete Mess- und Forschungsprojekt eingegangen. Mit dessen Hilfe sollen

- das energetische Verhalten eines Schulgebäudes mit mechanischer Lüftung und passiver Nutzung der Sonnenenergie kontrolliert und dargestellt, und
- Optimierungsgrundlagen für die Konzeption und den Betrieb solcher Schulhausbauten erarbeitet werden.

Gesamthaft werden Messungen während zwei Heizperioden vom Februar 1986 bis Juni 1987 durchgeführt.

Objektbeschreibung

Das Schulgebäude besteht aus einem Klassentrakt (Bild 1) mit 10 Klassenzimmern, einer Pausenhalle und verschiedenen Nebenräumen sowie einer an der Ostseite angebauten Turnhalle. Als Projektverfasser für diesen ansprechend gestalteten Bau zeichnet Architekt R. Lüthi. Das Energiekonzept wurde von Ing. B. Wick entworfen.

Den südorientierten Klassenzimmern sind verglaste Laubgänge vorgelagert. Die Verglasung kann ohne grossen Aufwand im Herbst vorgeschoben, bzw. im Frühling geöffnet werden. Das Gebäude ist in massiver Bauweise mit beispielhafter Wärmedämmung und Luftdichtheit ausgeführt und weist folgende Kennwerte auf:

- SIA-Volumen: 13 890 m³
- Energiebezugsfläche: 2470 m²
- Wärmeleistungsbedarf: 70 kW
- Energie-Verbrauch (1985/86):
 - Öl: 4012 kg
 - Elektrisch total: 71 800 kWh
 - davon Wärmepumpen: 27 000 kWh

Heizsystem

Die Wärmeerzeugung erfolgt bivalent mittels zwei Luft/Wasser-Wärmepumpen von 7 bzw. 21 kW Wärmeleistung und zwei 35-kW-Ölkesseln (Bild 2). Die Wärmepumpe von 7 kW Heizleistung ist im Abluftstrom der Lüftungsanlagen des Klassentraktes eingebaut (Bild 4), die grössere Wärmepumpe arbeitet mit Aussenluft als Wärmequelle.

Im Bild 3 sind die geplanten Energieflüsse der Heizung detailliert dargestellt. Die Wärmepumpen liefern rund 55% der Nutzenergie. Die Wärmeabgabe in den Haupträumen erfolgt über eine Bodenheizung und Radiatoren. Die Warmwassererzeugung ist dezentral mit elektrisch beheizten WW-Erwärmern ausgerüstet. Das Duschwasser für die Turnhalle kann vom Heizkreis vorgewärmt werden (Vorboiler mit 1 m³ Inhalt). Die Steuerung der Laufzeiten der HLK-Systeme sowie die Ein- und Aus-Schaltung der Wärmeerzeuger erfolgt über eine frei programmierbare Steuerung, jene der Heizkreise und des Lüftungssystems mit konventionellen Regelungen.

Luftsysteme

Die Aussenluftversorgung des Schulhauses erfolgt mittels mechanischer Lüftungsanlagen (Bild 4). Der Klassentrakt weist zwei Aussenluftsysteme mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft auf (Bild 4). Das Luftsystem der Klassenzimmer verfügt über einen max. Aussenluftstrom von 2300 m³/h (Luftwechsel = 1/h). Die Pausenhalle weist ein 2stufiges Luftsystem auf.

Die Luftführung der Klassenzimmerlüftung ist schematisch in Bild 5 darge-

Energiepilotprojekte des Kantons Zürich

Das Energiegesetz vom 19. Juni 1983 und die zugehörige Energieverordnung vom 6. November 1985 (in Kraft seit 1. Juli 1986) ermöglichen dem Kanton Zürich die Unterstützung von Pilotprojekten, welche der Erprobung und Anwendung von neuen, den Zwecken des Energiegesetzes entsprechenden Verfahren der Energieversorgung und -nutzung dienen, also energiesparenden und umweltschonenden Verfahren sowie solchen zur Anwendung erneuerbarer Energien und zur Minderung der Abhängigkeit von einzelnen Energieträgern.

Die Verfahren müssen in ihrer Art oder Anwendung neu sein und für den Kanton relevante Resultate erwarten lassen. Die möglichen Staatsbeiträge betragen 10 bis 30 Prozent, in besonderen Fällen bis 50%, der nichtamortisierbaren Mehrkosten gegenüber einem konventionellen Verfahren. Für Projekte, die bei positivem Ausgang einen wirtschaftlichen Betrieb erwarten lassen, können auch Risikogarantien von bis zu 30 Prozent der nichtamortisierbaren Kosten gewährt werden.

Der Kanton übernimmt mit dieser Möglichkeit eine wichtige Aufgabe zwischen Forschung und industrieller Anwendung, die durch keine Bundesgelder subventioniert werden kann.

Die bisher unterstützten Projekte befassen sich u. a. mit folgenden Themen:

- Verwaltungsbausanierung mit hochisolierenden HIT-Fenstern
- Messungen an Schulhaus mit künstlichem Luftwechsel und Luftwärmepumpenheizung
- Entwicklung eines kleinen Nahverkehrselektrofahrzeugs
- Geothermiebohrungen
- Verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung
- Abgaswäscher einer Kohlefeuerung
- Dezentrale Elektroboiler mit Vorwärmung durch Heizungsvorlauf

Im «Schweizer Ingenieur und Architekt» wird in unregelmässigen Abständen über diese Projekte berichtet werden.

Beitragsgesuche sind zu richten an die Kantonale Energiefachstelle, Amt für technische Anlagen und Luftthygiene des Kantons Zürich, 8090 Zürich (Tel. 01/259 41 70)

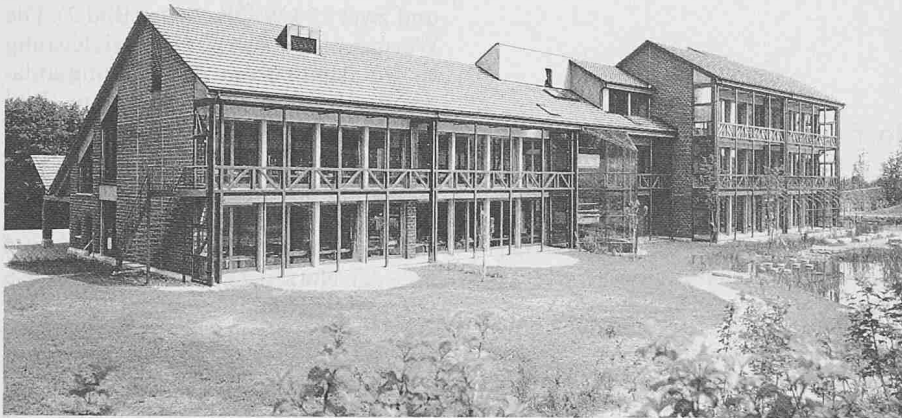


Bild 1. Südsicht des Klassentraktes mit geöffneter Laubenverglasung

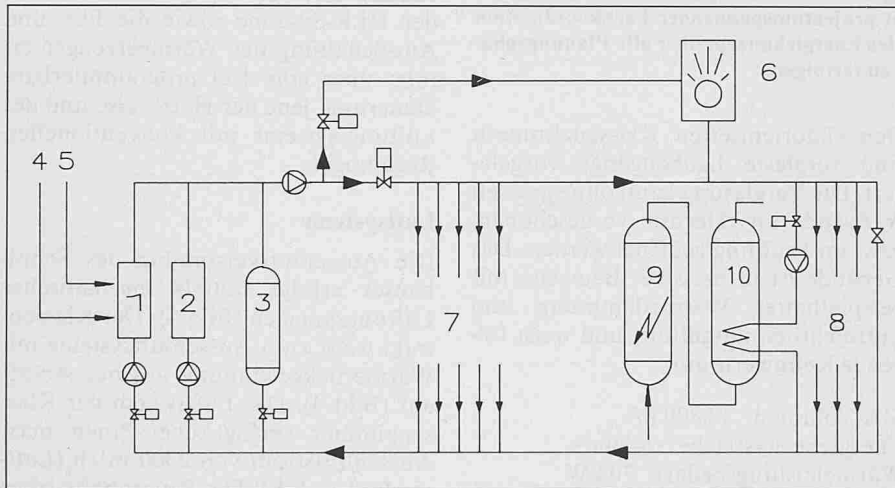
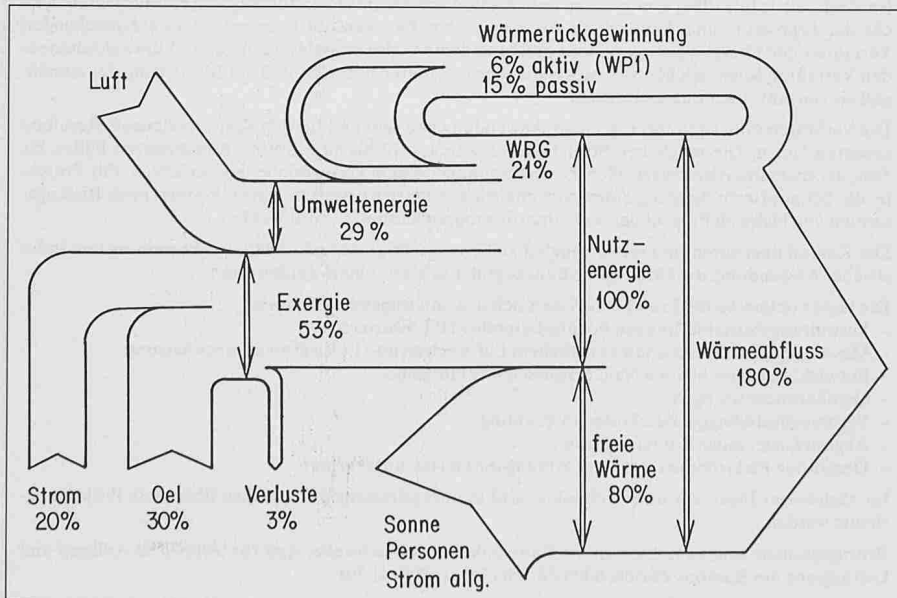


Bild 2. Wärmezeugungssystem

- 1 Wärmepumpe 1
- 2 Wärmepumpe 2
- 3 Pufferspeicher
- 4 Abluft
- 5 Aussenluft
- 6 Ölkessel
- 7 Verbraucher Schulhaus
- 8 Verbraucher Turnhalle
- 9 WW-Vorboiler
- 10 WW-Boiler

Bild 3. Energieflussdiagramm der Raumheizung (Planungswerte)



stellt. Die Abluft wird über die Wintergärten und einen Dachhohlraum in die Zentrale geführt. Die gesamte Abluft wird nach der 2stufigen Wärmerückgewinnung ins Freie geführt (keine Umluftbeimischung).

Messdatenerfassung und Auswertung

Im Klassentrakt werden detaillierte Daten von einem Schulzimmer erfasst:

- 2 Raumtemperaturen, 3 Oberflächentemperaturen
- Zuluftmenge und Klappenstellung (Zuluft-Präsenzschalter)
- Luftqualität (CO₂) und Raumluftfeuchtigkeit
- Türöffnungen (Pausenhalle, Nebenzimmer, Wintergarten)
- Personenbelegung und Vorhangstellung mittels Protokoll des Lehrers
- Wärmemenge der Bodenheizung
- Elektrische Energie.

Von den vier umgebenden Räumen des Messzimmers sowie der Pausenhalle und den Lauben wird die Raumtemperatur erfasst. Von den Luftsystemen und der Wärmezeugung (Kessel, Wärmepumpen) werden jene Messgrößen erfasst, die zur Bestimmung von Wirkungsgraden, Leistungsziffern und Wärmeleistungen benötigt werden. Die Aufteilung der Endenergie auf die Bereiche Heizung, Warmwasser und Elektrizität ist mit dem realisierten Messkonzept möglich.

Die Messdaten werden mit einem Datenlogger (VNR) im 30 Sekunden-Intervall erfasst, soweit notwendig integriert und als Stundenwerte auf einer Bandstation abgelegt. In der Tabelle 1 ist

Tabelle 1. Art und Anzahl der Messgrößen

Messgröße	Datenerfassung	Wochenablesung
Temperatur		
Wasser	26	2
Luft	53	-
Volumen		
Wasser	6	3
Luft	3	-
Öl	-	2
Rel. Feuchtigkeit	3	-
CO ₂	2	-
Laufzeiten	15	8
Schalzhäufigkeit	-	4
Elektr. Energie	4	9
Globalstrahlung	2	-
Windgeschwindigkeit	1	-
Personenbelegung	(1)	-
Vorhangstellung	(1)	-
Total	117	28

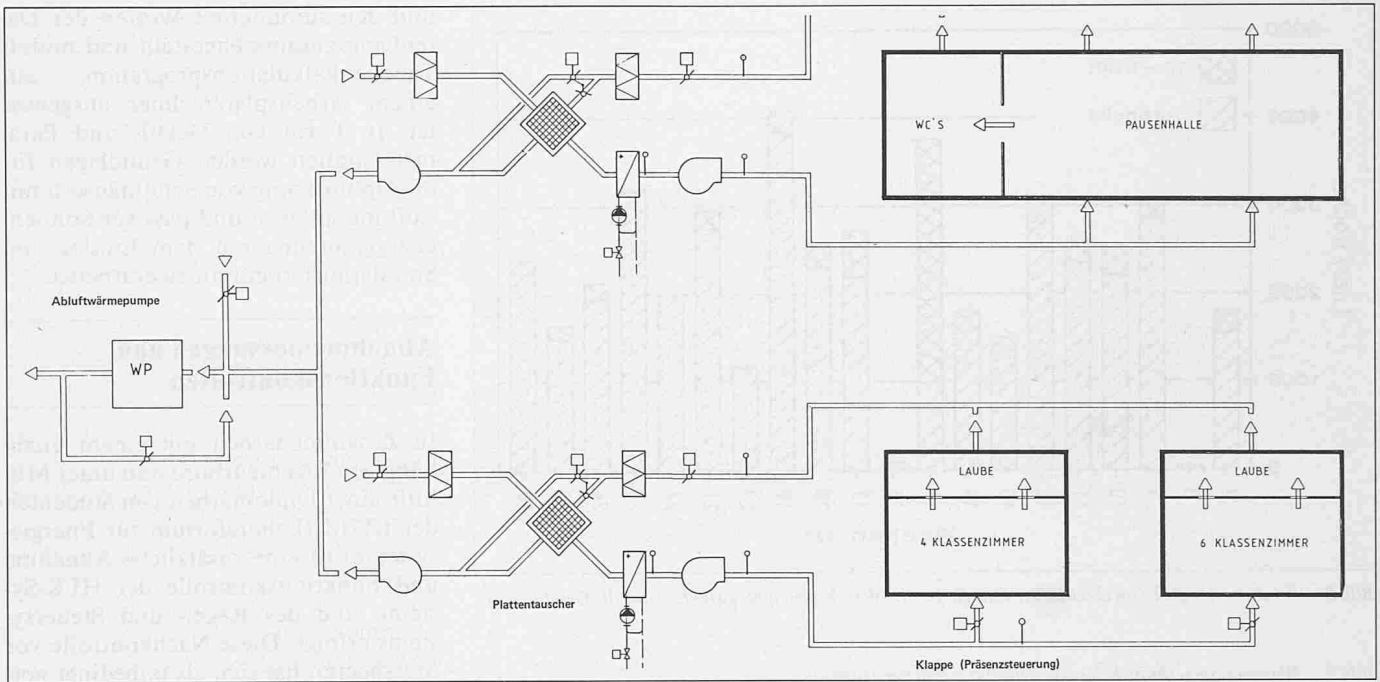


Bild 4. Schema der Aussenluftsysteme des Klassentraktes mit den Wärmerückgewinnungssystemen (Plattentauscher und Abluftwärmepumpe)

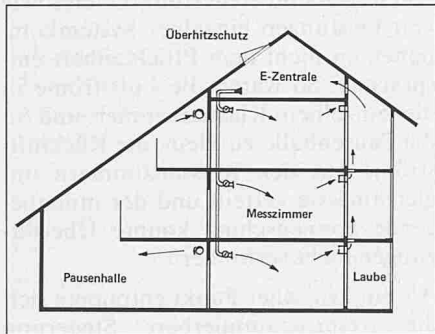


Bild 5. Schema des Luftsystems

Bild 6 (rechts). Energiekennzahl des Messgebäudes im Vergleich mit Neubauten und Mittelwerten bestehender Schulhäuser

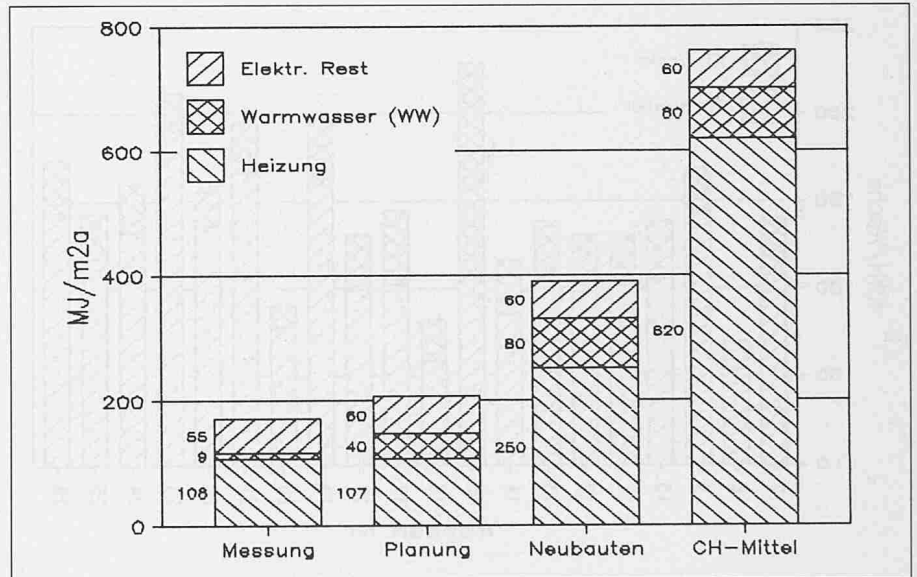
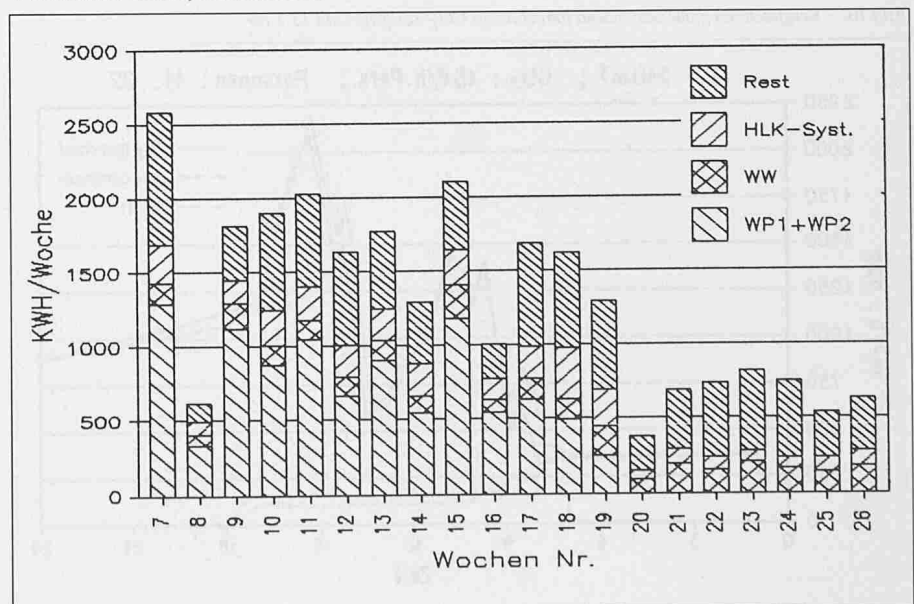


Bild 7. Wochenverbrauch von elektrischer Energie des Schulhauses, aufgeteilt auf Wärmeerzeugung, Warmwasser, HLK-Systeme und Rest

eine Übersicht über die Anzahl und Art der 117 Messgrößen zusammengestellt. Zudem werden wöchentlich Ablesungen von 28 Messgrößen vorgenommen, die nicht mit dem Datenlogger erfasst werden (Elektrozähler, Betriebsstunden, Belegung usw.)

Die Kassetten mit den Messdaten werden auf dem EMPA/VAX eingelesen, auf Messlücken kontrolliert und in einer Stundenwert-Datenbank abgelegt. Als Datenkontrolle werden sämtliche Messdaten über die ganze Messperiode geplottet (30 Plots je Messwoche).

Mit dem Datenbanksystem werden Korrelationen und Streuplots von Stunden- und Tageswerten der Messgrößen graphisch dargestellt (z.B. WP-Leistungsziffern und Wintergartentemperaturen). Zudem werden Wochenbilanzen von zusätzlichen Zählerablesungen



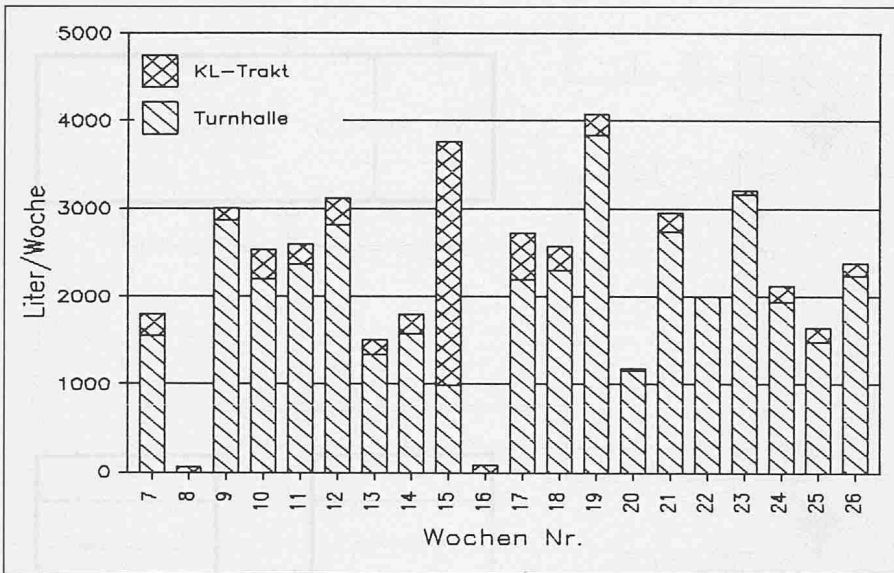


Bild 8. Wochenverbrauch von elektrischer Energie für die WW-Erzeugung, aufgeteilt auf die Gebäudeteile

Bild 9. Warmwasserverbrauch des Klassentraktes und der Turnhalle

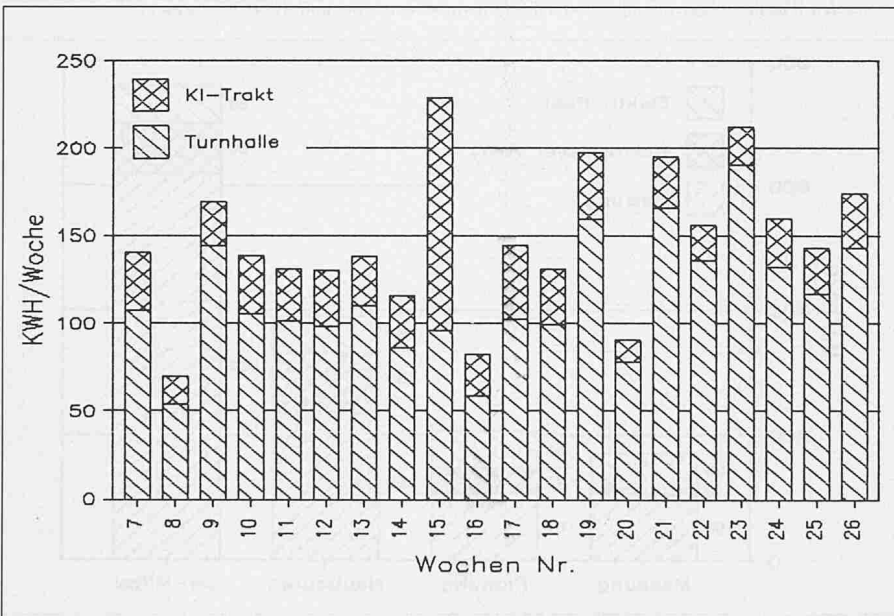
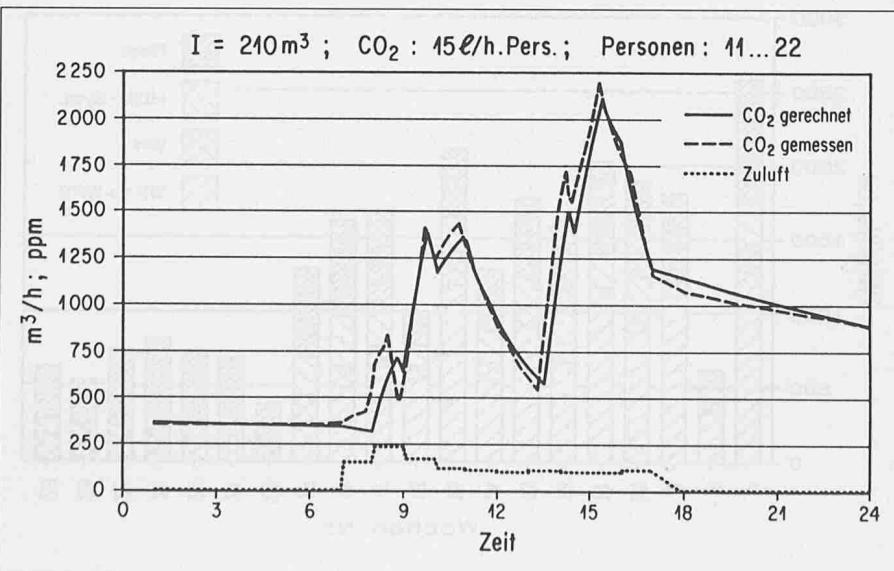


Bild 10. Vergleich des gemessenen und berechneten CO₂-Verlaufes am 13.5.86



und den summierten Werten der Datenbank zusammengestellt und mittels Tabellenkalkulationsprogramm auf einem Arbeitsplatzrechner ausgewertet. In Form von Detail- und Parameterstudien werden Grundlagen für die Optimierung von Schulhäusern mit Lüftungsanlagen und passiver Sonnenergienutzung mit dem Einsatz von Simulationsprogrammen erarbeitet.

Abnahmemessungen und Funktionskontrollen

In Zusammenarbeit mit einem unabhängigen Ingenieurbüro und unter Mithilfe einer Diplomarbeit von Studenten der ETHZ (Laboratorium für Energiesysteme) ist eine zusätzliche Abnahme und Funktionskontrolle der HLK-Systeme und des Regel- und Steuersystems erfolgt. Diese Nachkontrolle vor Messbeginn hat sich als unbedingt notwendig erwiesen, da eine grössere Zahl von Regel- und Steuerfunktionen sowie von Leistungen einzelner Systemkomponenten nicht dem Pflichtenheft entsprachen. So waren die Luftströme in die einzelnen Klassenzimmer und in die Pausenhalle zu klein, die Rückluftströme aus den Klassenzimmern ungleichmässig verteilt und der innenliegende Sonnenschutz konnte Überhitzungen nicht verhindern.

Als ein kritischer Punkt entpuppte sich die freiprogrammierbare Steuerung (FPS). Diese enthielt verschiedene Fehlfunktionen wie irreversible Steuerbefehle, gleichzeitige Zuschaltung beider Ölkessel usw.

Aus diesen Erfahrungen geht klar hervor, dass der Abschlussphase gebührende Beachtung geschenkt werden muss. Eine für alle Beteiligten befriedigende und vertragsgerechte Beendigung der Arbeiten muss also auch folgende Punkte umfassen:

- eine messtechnische Abnahme der HLK-Anlagen (inkl. Funktionskontrolle der Regel- und Steuersysteme)
- Pläne sämtlicher Anlagen auf aktuellem Stand
- Betriebs- und Wartungsunterlagen
- Garantie-Leistungen
- und, falls notwendig, Mängelliste mit Behebungsterminplan.

Die unvollständige Dokumentation des hierarchisch aufgebauten Regel- und Steuersystems hat die Funktionskontrolle erschwert oder selbst mit dem im Rahmen des Messprojektes grossen möglichen Aufwand teilweise verunmöglicht. Die FPS schaltet übergeordnet die einzelnen Regelkreise ein oder aus, wobei die entsprechenden Schaltkriterien von den Betriebszuständen Winter, Sommer und Ferien abhängen.

Die Kontrolle gilt somit nur für die gegebenen meteorologischen Bedingungen. Die andern Betriebszustände müssen mit viel Zeitaufwand simuliert werden.

Resultate der 1. Messperiode

Diese Messperiode diente zum Kennenlernen des Gesamtsystems und zur Optimierung der Systemkomponenten für die 2. Messperiode 1986/1987. Nachfolgend einige ausgewählte Resultate:

Energieverbrauch

Die Energiekennzahl des Messgebäudes liegt mit 172 MJ/m²a unterhalb des geplanten Wertes von 207 MJ/m²a (Bild 6). Die Ursache ist hauptsächlich die Überschätzung des Energieverbrauches für die WW-Erzeugung um 31 MJ/m²a. Verglichen mit dem Mittelwert aller Schulhäuser der Schweiz weist das Messgebäude einen 4,5mal geringeren Verbrauch auf. Der niedrige Nutzenergiebedarf hat aber einen systembedingten hohen Elektrizitätsanteil zur Folge.

Der Verbrauch an elektrischer Energie entspricht dem Planungswert. In Bild 7 sind die Wochensummen aufgeteilt auf die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Wie aus dem Bild hervorgeht, wurde die Wärmeerzeugung in der Woche 20 (Mitte Mai) abgestellt. Die zweitgrösste Verbrauchergruppe stellen die restlichen elektrischen Verbraucher dar, aufgeteilt auf HLK-Systeme (Pumpen, Ventilatoren)(1/3) und auf weitere Verbraucher (2/3).

Die elektrische Energie für die WW-Erzeugung beträgt im Wochenverbrauch nur rund 150 kWh (25% des geplanten Wertes). Der grösste Teil davon wird für die Duschwassererwärmung verwendet. Der Spitzenverbrauch in der Woche 15 (Osterferien) im Klassenrakt lässt sich mit der Gebäudereinigung erklären, was aus Bild 8 deutlich ersichtlich ist. Da der Verbrauch sehr stark von der Belegung der Turnhalle mit Vereinen am Abend abhängt (Bild 9), ist eine genaue Abschätzung während der Projektierung schwierig. Die dezentrale Erzeugung mit den geringen Zirkulationsverlusten hat sich bewährt.

Ein Mehrbedarf an Elektrizität resultiert von den Wärmepumpen und der Wärmerückgewinnung. Die Auswertungen der ersten Messperiode haben ergeben, dass sowohl deren Leistungsziffern bzw. Wirkungsgrad die im Pflichtenheft festgelegten Werte nicht erreichen.

Luftraten und Luftqualität

Die CO₂-Konzentration der Raumluft stellt ein Mass für die Luftqualität im

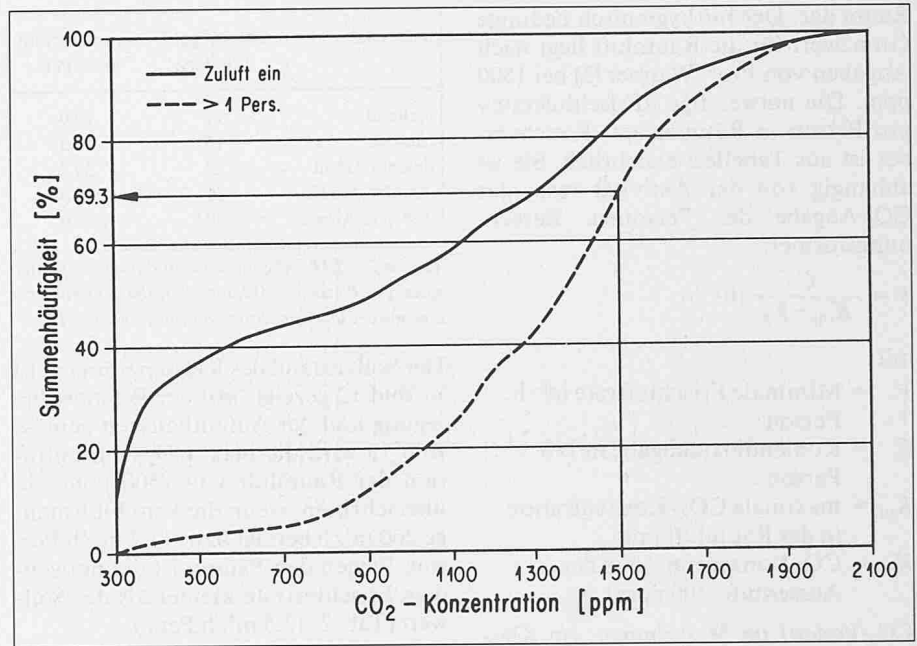


Bild 11. Summenhäufigkeit der gemessenen CO₂-Spitzenwerte

Bild 12. Berechneter CO₂-Verlauf des Messzimmers mit erhöhter Luftmenge und max. Personenbelegung

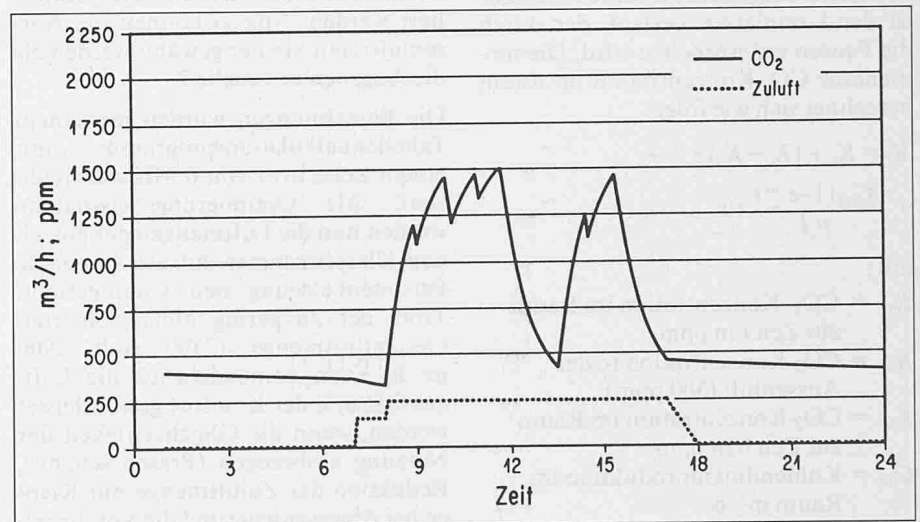
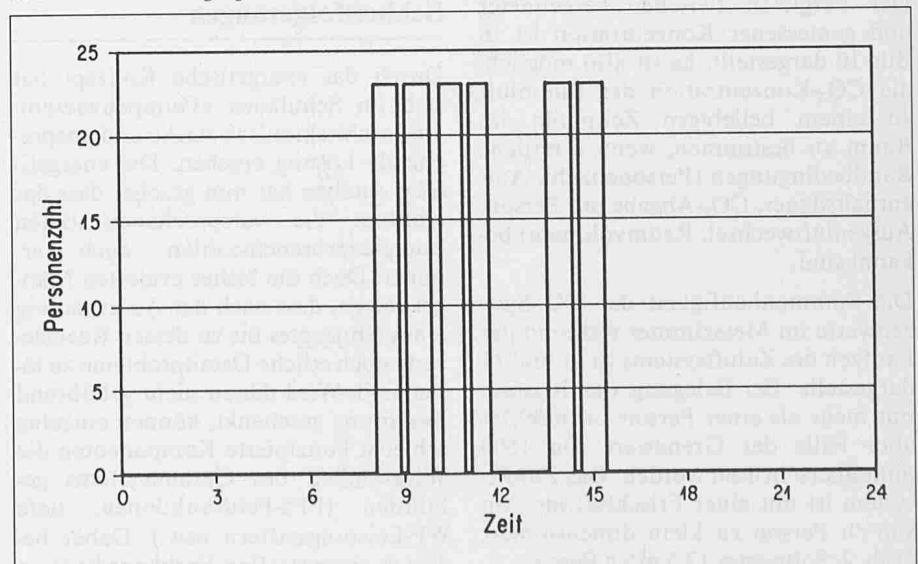


Bild 13. Personenbelegung zu Bild 12



Raum dar. Der lufthygienisch bedingte Grenzwert für die Raumluft liegt nach Angaben von Prof. Wanner [3] bei 1500 ppm. Die notwendige «Frischluftrate» pro Person in Räumen mit Rauchverbot ist aus Tabelle 2 ersichtlich. Sie ist abhängig von der Aktivität resp. der CO₂-Abgabe der Personen. Berechnungsformel:

$$V = \frac{C}{K_{zul} - K_a} 10^3$$

mit:

V = Minimale Frischluftrate m³/h Person

C = Kohlendioxidabgabe in l/h Person

K_{zul} = maximale CO₂-Konzentration in der Raumluft ppm

K_a = CO₂ Konzentration in der Aussenluft (300 ppm)

CO₂-Verlauf im Messzimmer: Im Klassenzimmer 4 wurde die CO₂-Konzentration mit einem Gasanalysator während der ganzen Messperiode aufgezeichnet. Ein typischer Tagesverlauf ist in Bild 10 dargestellt. Deutlich sichtbar ist der kumulative Verlauf, der durch die Pausen unterbrochen wird. Die momentane CO₂-Konzentration im Raum berechnet sich wie folgt:

$$K_t = K_a + (K_0 - K_a) e^{-nt} + \frac{C_{tot}(1 - e^{-nt})}{nI} 10^6$$

mit:

K_t = CO₂-Konzentration im Raum zur Zeit t in ppm

K_a = CO₂-Konzentration in der Aussenluft (300 ppm)

K_0 = CO₂-Konzentration im Raum zur Zeit 0 in ppm

C_{tot} = Kohlendioxidproduktion im Raum m³/h

n = Aussenluftwechsel 1/h

I = Raumvolumen m³

t = Zeitdifferenz in h

Der Vergleich zwischen berechneter und gemessener Konzentration ist in Bild 10 dargestellt. Es ist also möglich, die CO₂-Konzentration der Raumluft zu einem beliebigen Zeitpunkt im Raum zu bestimmen, wenn sämtliche Randbedingungen (Personenzahl, Aufenthaltsdauer, CO₂-Abgabe pro Person, Aussenluftwechsel, Raumvolumen) bekannt sind.

Die Summenhäufigkeit der CO₂-Spitzenwerte im Messzimmer während der Laufzeit des Zuluftsystems ist in Bild 11 dargestellt. Bei Belegung des Raumes mit mehr als einer Person ist in 30,7% aller Fälle der Grenzwert von 1500 ppm überschritten worden. Das Zuluftsystem ist mit einer Frischluftrate von 9 m³/h Person zu klein dimensioniert (Tab. 2: Sollwert = 12,5 m³/h Pers.).

Aktivität	CO ₂ -Abgabe l/h Pers.	min. Lufrate m ³ /h Pers.
ruhend	12	10.0
sitzend	15	12.5
leichte Arbeit	23	20.2
handw. Arbeit	30	25.0
schwere Arbeit	>30	>25.0

Tabelle 2. CO₂-Abgabe und minimale Frischluftraten pro Person in Abhängigkeit der Aktivität für eine max. CO₂-Konzentration von 1500 ppm [3]

Der Sollzustand des Klassenzimmers ist in Bild 12 gezeigt. Mit der Personenbelegung und der Aufenthaltszeit gemäss Bild 13 wird die max. CO₂-Konzentration der Raumluft von 1500 ppm nie überschritten, wenn die Frischluftmenge 260 m³/h beträgt bzw. 11,2 m³/h Person. Wegen den Pausen ist die notwendige Frischluftrate kleiner als der Sollwert (Tab. 2: 12,5 m³/h Pers.).

Insbesondere bei Räumen mit dichter Belegung und stark wechselnder Aufenthaltsdauer der Personen sollte die gewählte Frischluftmenge mit obiger Formel für die kritischen Tage kontrolliert werden. Nur so können die Aussenluftraten kleiner gewählt werden als die Angaben in Tabelle 2.

Die Berechnungen wurden mit einem Tabellenkalkulationsprogramm mit einem Zeitschritt von 6 Minuten realisiert. Als Optimierungsmassnahme werden nun die Luftmengen der einzelnen Klassenzimmer neu voreingestellt. Trotz der zu gering dimensionierten Gesamtluftmenge (2300 statt 2900 m³/h) kann voraussichtlich die Luftqualität und der Komfort gewährleistet werden, wenn die Gleichzeitigkeit der Nutzung einbezogen (Präsenzschalter, Reduktion der Zuluftmenge mit Klappe bei Abwesenheit) und die Voreinstellung auf den Maximalbedarf gesetzt wird.

Schlussfolgerungen

Durch das energetische Konzept hat sich im Schulhaus «Gumpenwiesen» eine architektonisch starke und ansprechende Lösung ergeben. Die energetische Analyse hat nun gezeigt, dass das Konzept die versprochenen tiefen Energieverbrauchszahlen auch erreicht. Doch die bisher eruierten Mängel zeigen, dass nach der Ausarbeitung eines Konzeptes bis zu dessen Realisierung noch etliche Detailprobleme zu lösen sind. Wird diesen nicht gebührend Beachtung geschenkt, können einzelne schlecht konzipierte Komponenten die Wirksamkeit des Gesamtsystems gefährden (FPS-Fehlfunktionen, tiefe WP-Leistungsziffern usw.). Daher bedarf es einer straffen Fachkoordination

über sämtliche Planungsphasen. Die integrierte Planungsmethode erfordert aber von allen Beteiligten ein grundlegendes technisches Verständnis, Teamgeist und flexibles Mitdenken, geht es doch darum, das Konzept bis zur Abnahme konsequent durchzusetzen. Dies verlangt aber seitens der Bauherrschaft die Bereitschaft zu Mehrkosten zur Finanzierung des Fachkoordinators bis zur Bauabnahme. Diese Voraussetzung muss für die befriedigende Realisation eines technisch-funktionell einwandfreien Systems erfüllt sein.

Ein weiterer zusätzlicher Mehraufwand erwächst durch die Abnahme- und Funktionskontrollen, die von einer unabhängigen, bei der Ausführung nicht beteiligten Stelle ausgeführt werden sollten. Die gemachten Erfahrungen sprechen eine deutliche Sprache. Im Normalfall stehen heute keine Detailmessungen und -kontrollen wie im Fall «Gumpenwiesen» zur Verfügung. Folglich wären nur ganz offensichtliche Mängel erkannt worden. Einfache transparente Systeme bieten auch hier Vorteile, da sie sich leichter überschauen, kontrollieren und bedienen lassen.

Bei gut wärmegeprägten und luftdichten Bauten mit grossen internen Lasten, passiver Sonnenenergienutzung wie beim vorliegenden Beispiel müssen vor allem auch Details wie dynamisches Verhalten und Raumluftthygiene (Komfort) gelöst werden. Je besser die Gebäudeisolation, desto mehr tritt der Energiebedarf für den Luftwechsel in den Vordergrund. Für Schulhäuser mit ihren klar definierten Nutzungszeiten sind mechanische Lüftungen mit Wärmerückgewinnung eine gute Lösung.

In einer späteren Publikation wird auf spezielle Details wie Bodenheizung, Konzepte, Planungsvorgehen und die weiteren Resultate der Messungen eingegangen.

Adressen der Autoren: Th. Baumgartner, Ing. HTL, EMPA, Abt. Bauphysik, 8600 Dübendorf und R. Favre, Dr. Ing. ETH/SIA, Ing. Büro Energie+Umwelt, Seefeldstr. 5, 8880 Walenstadt.

Literatur

- [1] Abnahmemessungen am Schulhaus Gumpenwiesen, interner EMPA-Bericht, Dübendorf, Oktober 1986
- [2] Wegner, J., Dr., Untersuchung des natürlichen Luftwechsels in ausgeführten Wohnungen, die mit sehr fugendichten Fenstern ausgestattet sind, GI, 104 Jg, Heft 1, S. 1-5, 1983
- [3] Wanner H.U., Prof. und Fecker I., mündliche Mitteilungen, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH-Zürich, 1986
- [4] Bouwman H.B., Minimum ventilation rate, Report No. C 470E, IMG-TNO Delft, 1983.
- [5] Baumgartner Th. et al., ETH-Seminar Energieforschung im Hochbau, KWH-EMPA 1986, Dübendorf