



Energetische Sanierung der Käthe-Kollwitz Schule, Aachen





stadt aachen

Berufskolleg
Käthe-Kollwitz-
Schule

Bayernallee 6
52066 Aachen

Energetische Sanierung der Käthe-Kollwitz-Schule

Forschungsvorhaben



Energetische Sanierung der Bausubstanz

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Projektträger Jülich

Förderkennzeichen 0329750E

Bauherr: Stadt Aachen, Gebäudemanagement

Architekten: casa (Contor für Architektur und Stadtplanung Aachen)

Architekturbüro Gerards Aachen

Ing. Büro Inco Aachen



Eckpunkte

Projektzeitraum

1999 – 2001 Antrags- und Planungsphase

2001 – 2004 Ausführungsphase

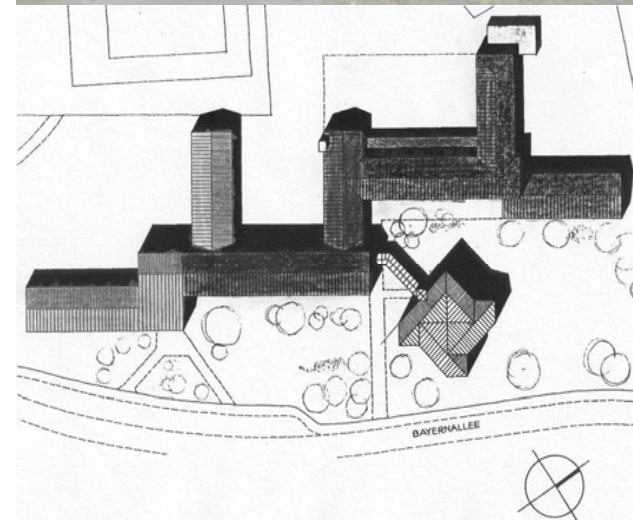
Eckpunkte des Objektes

Erbaut in den Jahren 1951 bis 1955.

- 10.000 m² BGF
- 2.400 Schüler
- 85 Lehrer

2.800.000 kWh/a Gasverbrauch 260 kWh/m²

195.000 kWh/a Stromverbrauch 18 kWh/m²





Ausgangssituation



Einschaliges Mauerwerk 36,5 cm $U_{\text{Wand}} = 1,59 \text{ W/m}^2\text{k}$

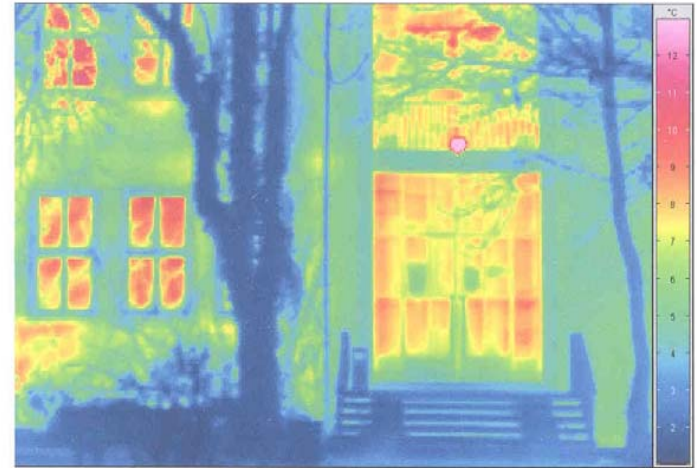
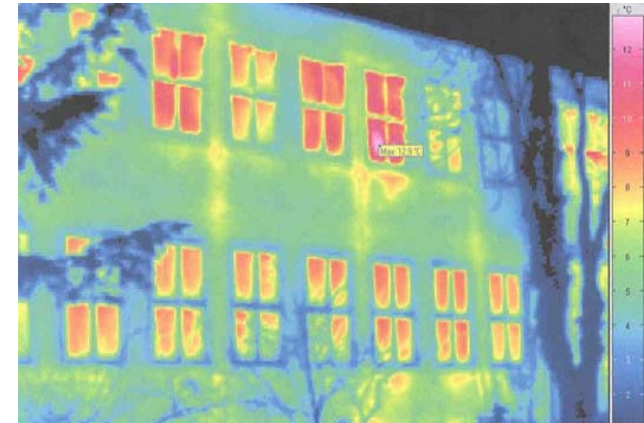


Abb. 8: Eingangsbereich Fröbeltrakt

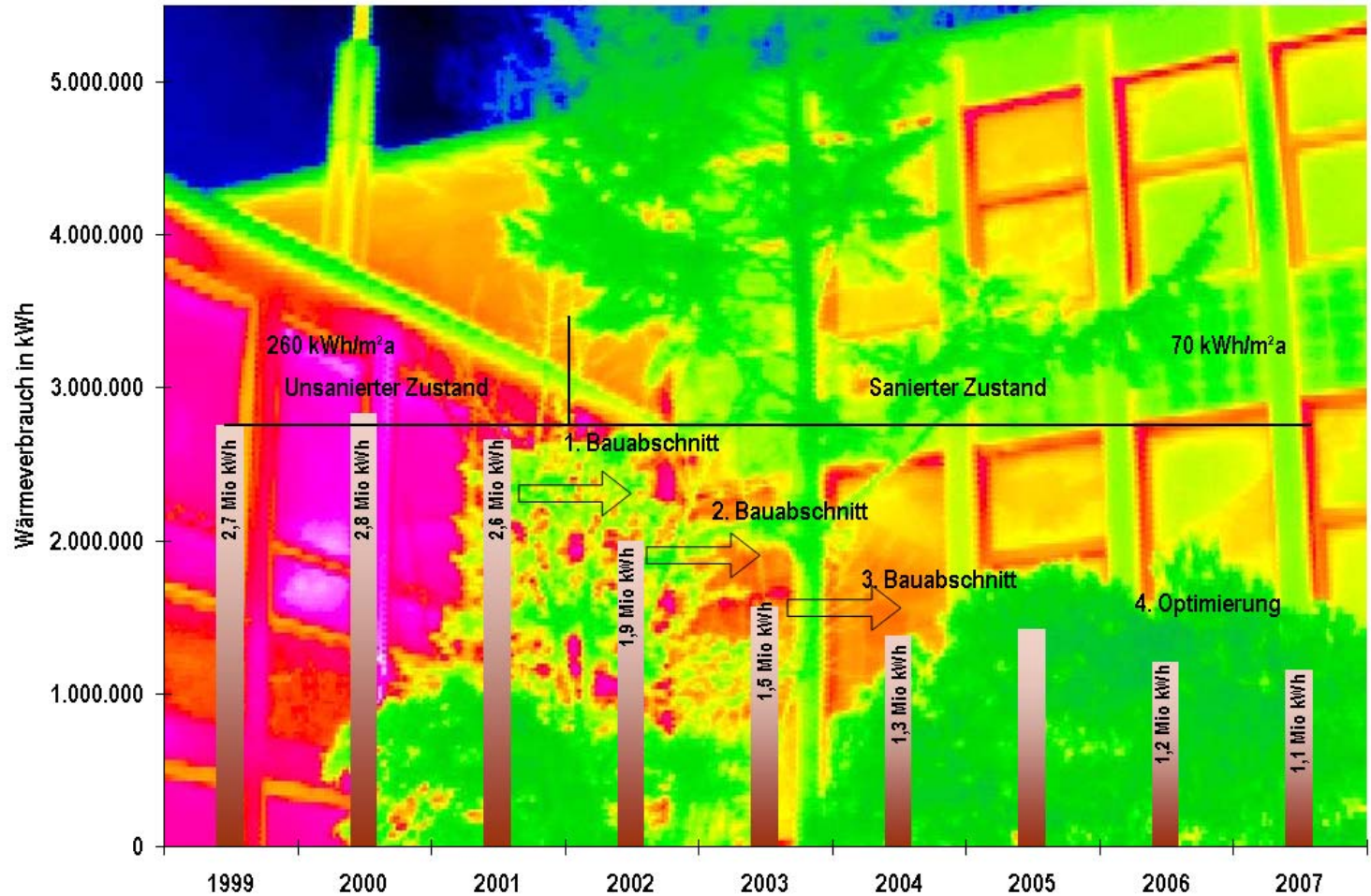


Einfachverglaste Holz- Fenster





Ziel des Vorhabens: Reduzierung des Energieverbrauchs um 50 %





Problematik Schulgebäude

Gebäude

- Gebäude sind dicht, oder werden durch Sanierungen dicht
- Die Dichtheit der Gebäude wird durch Blow-Door Verfahren nachgewiesen, Pflicht bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen $< 1,5 n_{50}$ -Wert erreicht werden 1,0 bis 0,5 n_{50} -Wert, im Passiv Haus $n_{50} = 0,6$
Aktuelle erzielte Messungen im Neubau 0,38
- Die CO₂-Konzentration sollte kleiner 1.000 ppm und max. 2.000 ppm betragen
Vorhanden sind Konzentrationswerte von 3.000 ppm bis 5.000 ppm



Problematik Lüftungsanlagen

Lüftungsanlage

- Nachrüstung von Lüftungsanlagen ist schwierig
- Lüftungsanlagen erhöhen die Energiekosten
- Lüftungsanlagen erhöhen die Wartungs- und Prüfkosten auf Dauer
- Lüftungsanlagen sind laut, kalt,....

Luftqualität

- Was ist gute Raumlufthqualität, wie lässt sie sich messen, wo liegen die Grenzwerte
- Wie hoch ist der notwendige Aussenluftvolumenstrom zum Erreichen einer guten Luftqualität
- Welche Möglichkeiten gibt es in Unterrichtsräumen die Luftqualität zu verbessern.



Luftqualität welche Grenzwerte?

Nach DIN EN 13779

Lüftung von Nichtwohngebäuden

Kategorie	Beschreibung	CO ₂ -Gehalt über Außenluft	Außenluftvolumenstrom je Person
IDA 1	Hohe Raumlufthqualität	350 ppm (750 ppm)	72 m ³ /h Pers (20 l/s Pers)
IDA 2	Mittlere Raumlufthqualität	500 ppm (900 ppm)	45 m ³ /h Pers (12,5 l/s Pers)
IDA 3	Mäßige Raumlufthqualität	800 ppm (1.200 ppm)	29 m ³ /h Pers (8 l/s Pers)
IDA 4	Niedrige Raumlufthqualität	1.200 ppm (1.600 ppm)	18m³/h Pers (5 l/s Pers)



Luftqualität welche Grenzwerte?

Nach ÖNORM H 6039

Personenbezogener Außenluft-Volumenstrom nach Altersgruppe

Alter	IDA 3 800 ppm (1.200ppm)	IDA 4 1.200 ppm (1.600ppm)
Bis 6 Jahre	15 m ³ /h Pers.	10 m ³ /h Pers.
Bis 10 Jahre	19 m ³ /h Pers.	13 m ³ /h Pers.
Bis 14 Jahre	24 m ³ /h Pers.	16 m ³ /h Pers.
Bis 19 Jahre	27 m ³ /h Pers.	18 m³/h Pers.
Alter 19 Jahre	32 m ³ /h Pers.	21 m ³ /h Pers.



Luftqualität Grenzwerte

Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäude „Umwelt Bundes Amt“

Tabelle 2. Leitwerte für die Kohlendioxid-Konzentrationen in der Innenraumluft (Ad-hoc-AG 2008)

CO ₂ -Konzentration [ppm]	Hygienische Bewertung	Empfehlung
< 1000	Hygienisch unbedenklich	▶ Keine weiteren Maßnahmen
1000–2000	Hygienisch auffällig	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Lüftungsmaßnahmen intensivieren (Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel erhöhen) ▶ Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern
> 2000	Hygienisch inakzeptabel	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Belüftbarkeit des Raumes prüfen ▶ ggf. weitgehende Maßnahmen prüfen



Luftqualität

Gute Luftqualität in Schulen steht für:

- Höheres Konzentrationsvermögen
- Höhere Lernerfolge
- Geringere Belastung der Gesundheit
- Verbesserte Arbeitsplatz-Qualität

Mit allen damit verbundenen volkswirtschaftlichen Aspekten

(ÖNORM H 6039:2008)



Lüftungssysteme

Im Rahmen des Forschungsvorhaben der Käthe- Kollwitz Schule (2004) sind verschiedene Lüftungssysteme untersucht worden.

- Fensterlüftung - Maschinelle Lüftung
- Zentrale oder Dezentrale Lüftung
- Abluft oder Zu- u. Abluftanlagen
- 15 m³/h oder 30 m³/h je Schüler



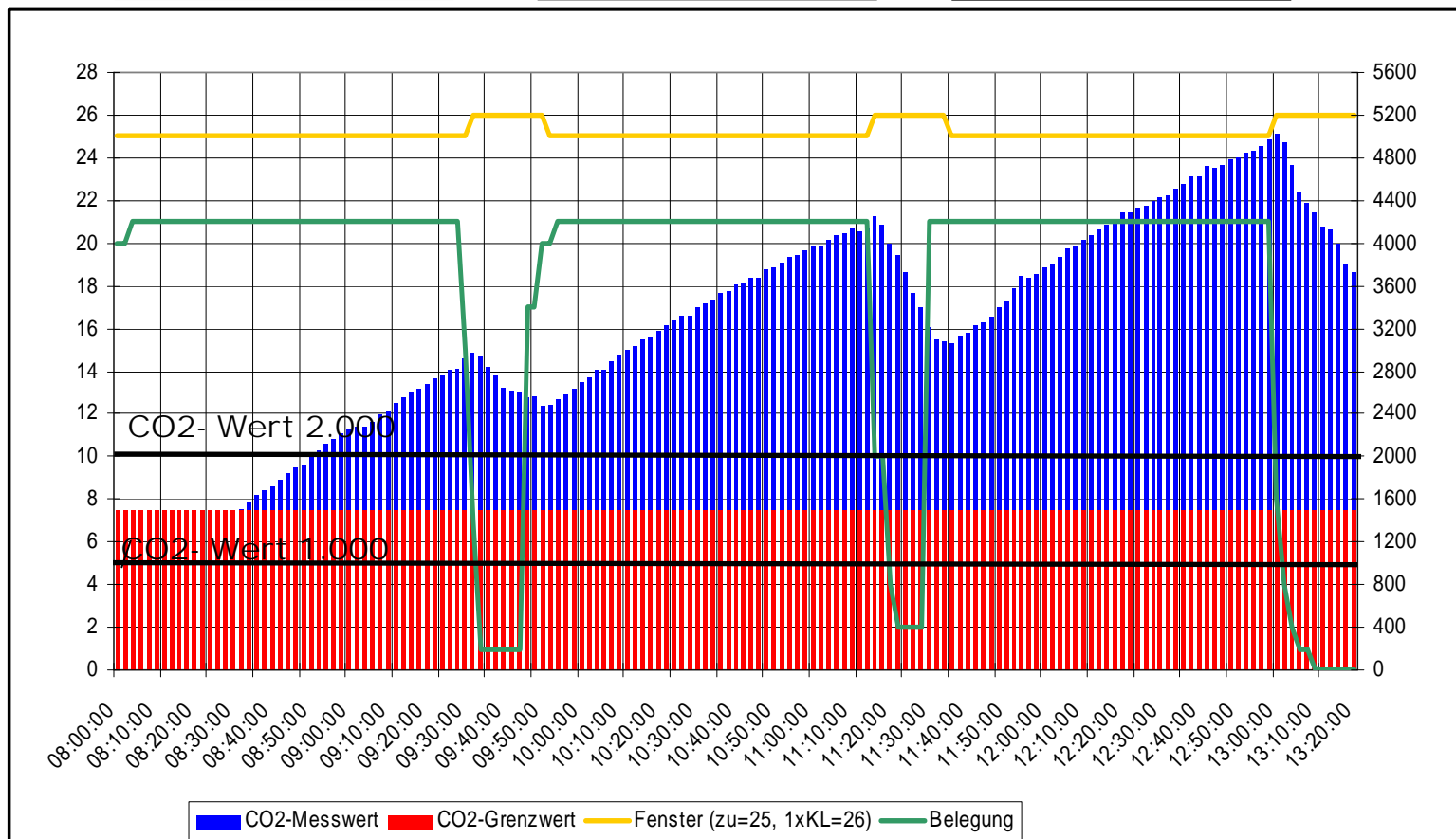
CO2 Messverlauf- Klassenraum mit Fensterlüftung

1. und 2. Stunde

3. und 4. Stunde

5. und 6. Stunde

7. und 8. Stunde ???





Simulationsrechnungen zur Raumluftkonzentration

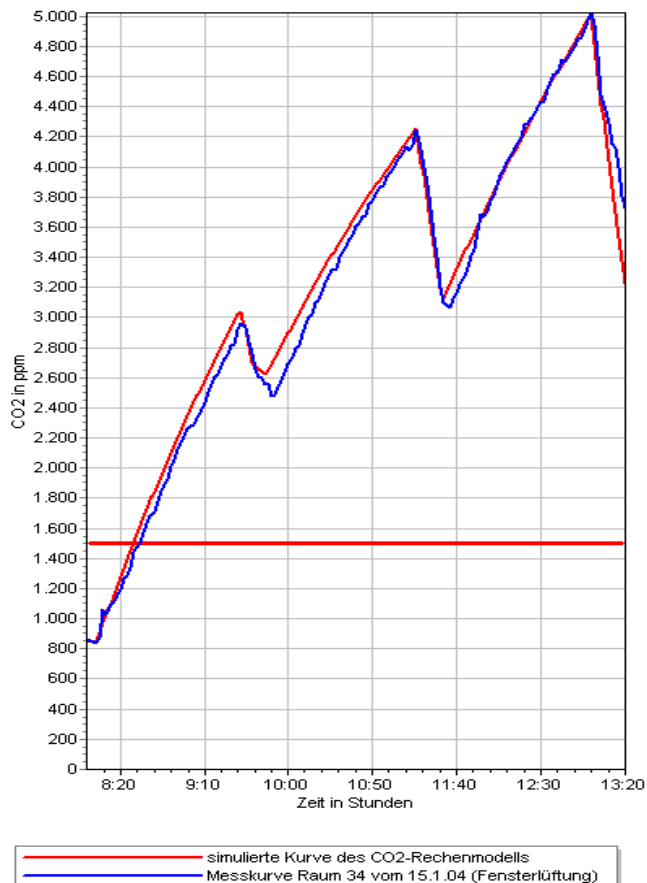
Klassenraum mit Fensterlüftung

Simulationsrechnung im Vergleich zum messtechnisch aufgezeichneten CO₂-Wert

Ergebnis

Simulationsrechnungen zur Raumluftqualität stimmen überein.

Rechenmodell Quirl/ CO₂ Vers. 1.0 von Dr. o. Hehl und H. Grams





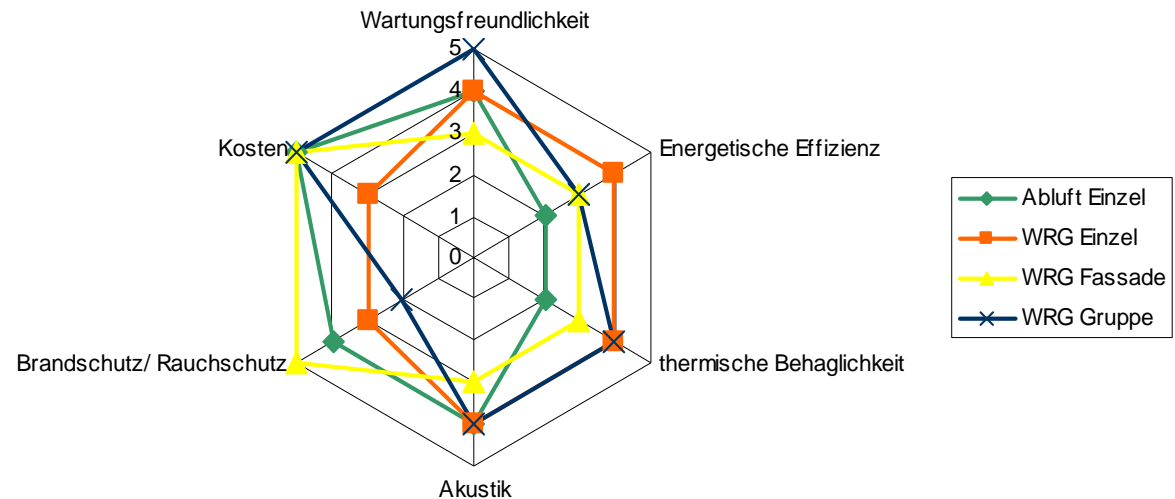
Ergebnis der unterschiedlichen Lüftungssysteme

Lüftungsanlagen sind für zukünftige Schulneubauten als auch für Sanierungsvorhaben

PFLICHT

Die Art des Lüftungssystems richtet sich nach den Aspekten:

- des Brandschutzes
- den baulichen Gegebenheiten
- dem Kostenrahmen
- den Komfortansprüchen





Die Miefampel oder CO₂ -Ampel

Der Grundgedanke

Die Fensterlüftung als einfachste Lüftungsvariante führt zu unzureichenden Luftqualitätszustände: - Dicke Luft-



Die Miefampel oder CO₂ -Ampel
Die Kopplung einer technischen Visualisierung der
Raumluftqualität
mit einer menschlich unterstützten Fensterlüftung

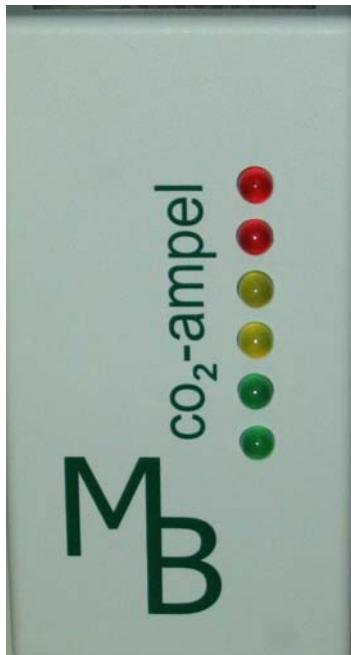
Quelle: MB-Systemtechnik



Die Idee

Ist die Raumlufthqualität auch ohne mechanische Lüftungsanlagen beeinflussbar?

Ja, durch Visualisierung des Luftzustandes



Quelle: MB-Systemtechnik

- | | |
|---|--------------------------------|
| 2. Rote LED schlechte Raumlufthqualität | ca. >2.000 ppm CO ₂ |
| 1. Rote LED Niedrige Raumlufthqualität | ca. 2.000 ppm CO ₂ |
| 2. Gelbe LED Akzeptable Raumlufthqualität | ca. 1.600 ppm CO ₂ |
| 1. Gelbe LED Akzeptable Raumlufthqualität | ca. 1.200 ppm CO ₂ |
| 2. Grüne LED Mittlere Raumlufthqualität | ca. 800 ppm CO ₂ |
| 1. Grüne LED Hohe Raumlufthqualität | ca. 400 ppm CO ₂ |



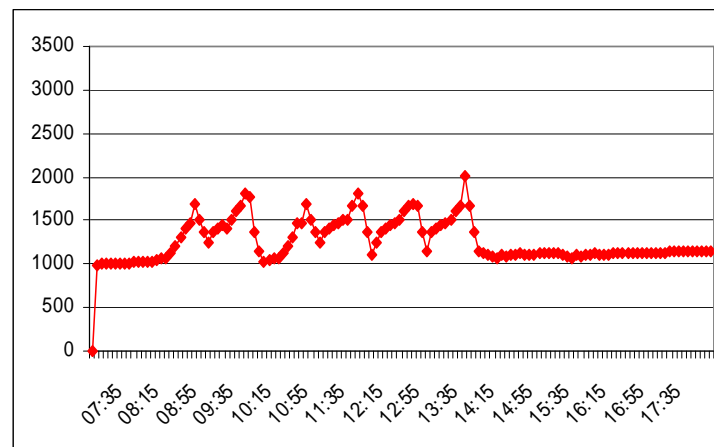
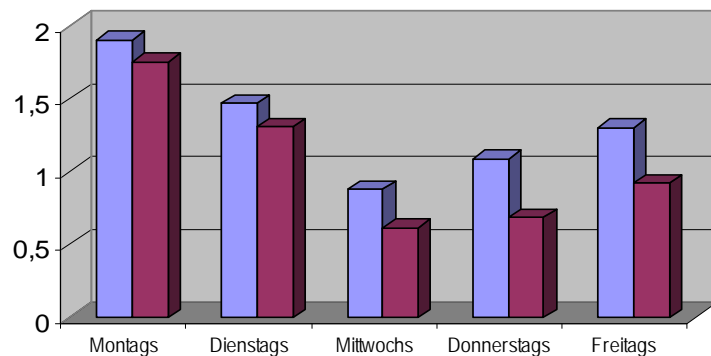
Die Auswirkung auf den CO₂-Gehalt

Durch gezieltes Lüften kann der CO₂- Gehalt in Grenzen gehalten werden.

Die Auswirkung auf den Wärmeverbrauch

Durch gezieltes Lüften wird der Wärmeverbrauch um 10 – 15 % reduziert

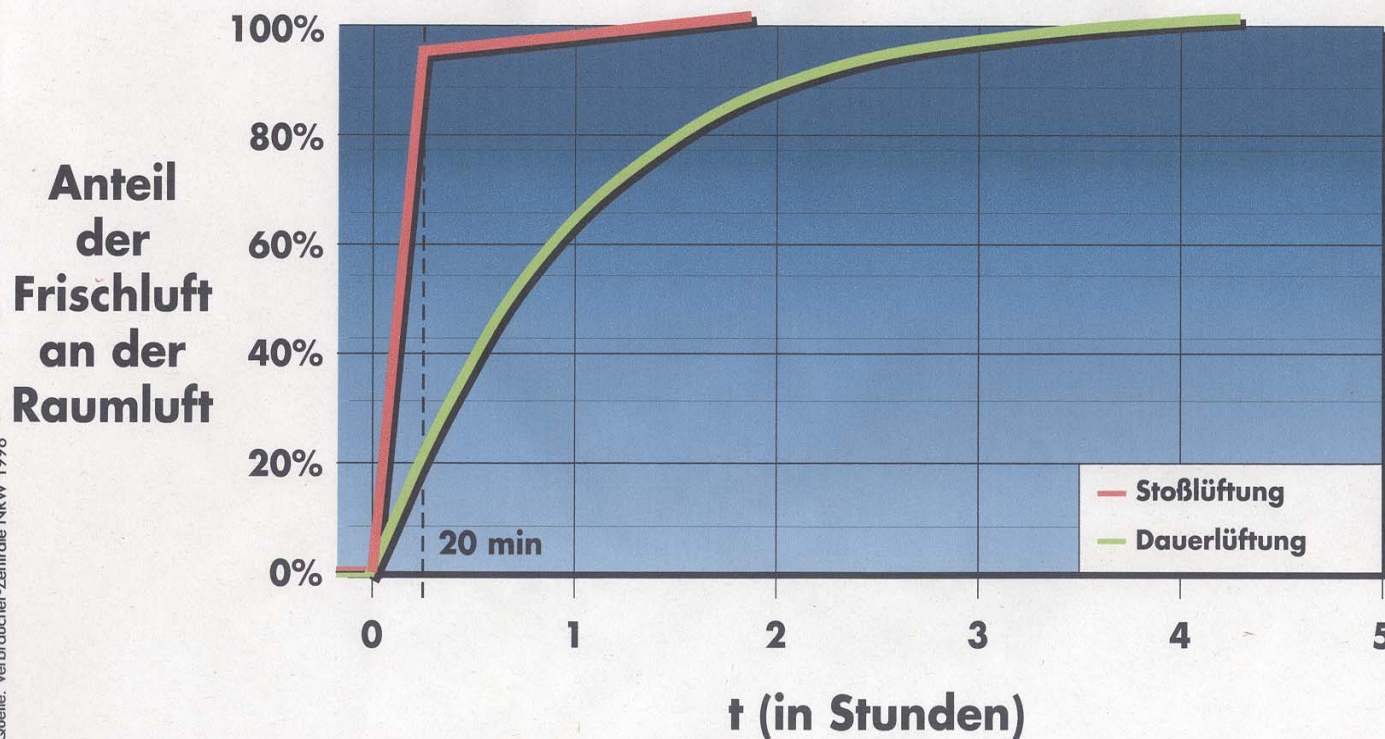
Wärmemengenverbrauch in kW/h pro Grad Temperaturdifferenz





Bereits nach 20 Minuten hat durch Stoßlüften der Luftaustausch stattgefunden

Stoßlüftung statt Kipplüftung





80 Ampeln sind derzeit in Aachener Schulen im Einsatz



Wenn das „Luftqualitätsanzeigergerät“ auf Rot springt: Die „Miefampel“

Der Juli hatte sprachlich viele schöne Seiten. Jan Ullrich rang um Luft und Vokabeln, die Unrechtschreibung wurde kurzfristig abgesagt und für den „Orden wider den tierischen Ernst“ fehlen uns die Worte; dafür wurde im Westzipfel ein heißer Anwärter für den Wettbewerb „Unwort des Jahres“ ins Rennen geschickt: Die „Miefampel“.

Erst hab ich gedacht: Merkwürdig! Wonach mag eine Ampel riechen? Oder hat sich der Sommerregen so in die Verkehrsregelungs-Anlagen gefressen, dass zwischen Rot und Grün nur noch Gilb zum Himmel stinkt? Politisch mag das zwar hinkommen, aber natürlich hatte ich

gabungsreserven gehindert werden.

Ja, der Westzipfel ist nicht nur in der Tiefe seines nach Heilwasser duftenden zentralen Talkesels echt karolingisch, sondern auch als regionaler Städtebund - Athen war nix dagegen - stets ein Quell technischer Innovation; schon deshalb gehört das neue Alemannia-Stadion eindeutig nach Würselen, aber das nur nebenbei.

Im Eigenbau haben wir die Insassen um „managements“ (Dienst, genau) j Qualitätsanzeiger (mich weg) entwerdierbaren Bestar

Wendelin Haverkamp



„auf positive Resonanz“ gestoßen. Und weil die Erprobung so erfolgreich war, heißt es, sollen im nächsten Schuljahr 40 Geräte in 40 Schulen zum Einsatz kommen. Sie werden sagen: Ja, ist das nicht zu teuer, republikweit die Schulen zu verampeln? Stimmt, doch es geht ja schließlich um ganz was anderes: Um den Lerneffekt.

Und nun Oacht: Mit der Zeit, heißt es, werde sich nämlich durch die wachsende Akzentanz

Nicht auszudenken, was passiert wäre, wenn man schon i der DDR auf solche klugen Ge danken gekommen wäre: „Vo warts mit der Frischluft!“ Ew auf Transparenten am 1. Mai, beim Vorbeimarsch der stark-moffelnden antifaschistischen Grenztruppen. Da rüch Kren heute noch aus dem Amt. Un Vorsicht, Müntel! Solche Sprü können womöglich auch heut noch was bewirken auf den Wahlkampflakaten von Ex-P

Bei dicker Luft leuchtet es rot

Neue „Miefampel“ des Fachbereichs Gebäudemanagement soll für prima Klima an Aachens Schulen sorgen. Gerät misst Kohlendioxyd und Geruchsstoffe. Richtiges Lüften soll Heizkosten im Winter senken.

VON UNSER WERNER BR

AACHEN. Vi ler noch de dann fallen fern das bl im Klassen; Lerneifer ki nische Hill den „Miefi sche Fachb

Es misst neben dem Kohlendioxyd auch Geruchsstoffe in der Luft und zeigt mit grünen, gelben und roten Lämpchen an, wann gelüftet werden muss. „Wenn alle sieben Leuchtdioden brennen“, erklärt Martin Lambertz vom Gebäudemanagement, „ist es Zeit für einen kompletten Luftaustausch.“ Und der gelingt, wie erfahrene Luftaustauscher wissen, am effektivsten durch ein weit aufgerissenes Fenster.

Dennoch gilt in vielen Aachener Schulen das Fenster in längerfristiger Kipp-Stellung als angemessene Frischluftschneise. So werde im Winter bares Geld verheizt, wissen Lambertz und sein Kollege Marek Borgstedt. Dies zu vermeiden ist das eigentliche Anliegen der städtischen Gebäudemanager.

Rhythmus trainieren

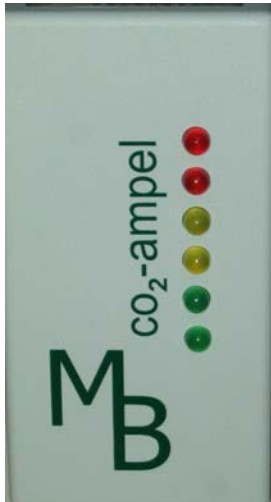
Trotzdem sehen sie in ihrer Miefampel auch eine Art Lernmittel: Weil nämlich die derzeit existierenden 40 Lämpchentafeln nicht ausreichen für alle vermiefelten Klassenzimmer der Stadt, sollen sie ab dem kommenden Schuljahr herungereicht werden. „Da bekommt dann jede Schule mal für ein bis zwei Monate fünf Geräte“, so Borgstedt. Das sollte reihen, um Fennältern wie Pädagogen den richtigen Lüftungsrhyth

Kombination von Miefampel und Schließmechanismus. Für den Leiter der Technischen Abteilung des

auf den „Mischgas-Sensor“, der neben Kohlendioxyd auch Geruchsstoffe aufspürt. Vorführen

Monsignore Stamm mit reichlich Riesling-Resten in der Atemluft von der Miefampel ertappt wor-

Eine Konzeption mit der engagierte Menschen aus dem Baubereich gegen das schiefe Bild von Pisa anstinken wollen.



Heute als CO₂- Ampel der Fa. MB-Systemtechnik erhältlich



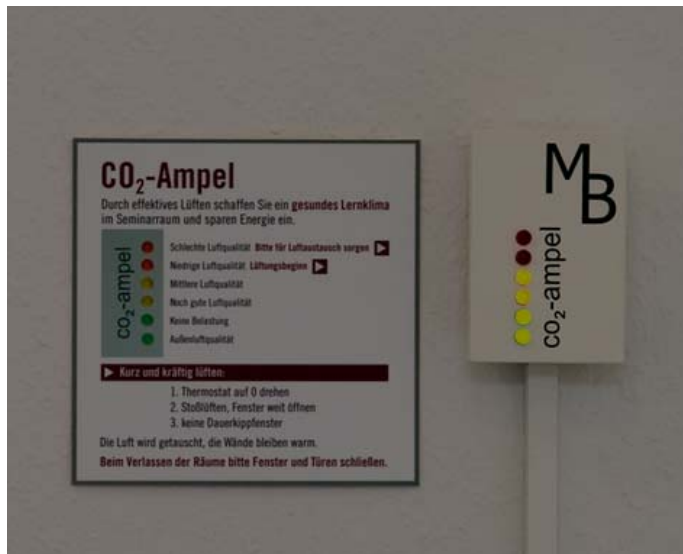
Quelle: MB-Systemtechnik
www.mb-systemtechnik.de



Schüler der Gesamtschule Brand haben die neue „Miefampel“ schon getestet. Marek Borgstedt (li.) und Martin Lambertz (re.) vom Gebäudemanagement wollen damit zum richtigen Lüften erziehen. Foto: Harald Krömer



Beispiel der Leuphana Universität Lüneburg



Die Studierenden, die in den Seminaren die neuen, von der Ampel vorgegebenen Lüftungszeiten kennen lernten, nahmen die neue Technik als Anstoß für Diskussionen über Raumluft und das Einsparen von Energie. So ändert die CO₂-Ampel auch das Bewusstsein über Energie in öffentlichen Räumen. Ziel der CO₂-Ampel ist nämlich nicht nur die Verbesserung der Luftqualität, sondern vor allem auch das Einsparen von Energie. "Wir haben zwei Effekte, neben der besseren Raumluft sparen wir Energie durch konsequentes Stoßlüften ein", so Irmhild Brüggem, Umweltkoordinatorin der Leuphana, zu den Vorteilen der Ampel.

Quelle: Leuphana Univrsität
www.leuphana.de



Derzeitige Umsetzung im Gebäudemanagement Aachen

- Lüftungsanlagen sind Pflicht!
- Dezentrale Lüftungsgeräte im Sanierungsfall, vorrangig ohne Kanalsystem
- Zentrale Lüftungsgeräte im Neubau
- Auslegungsvolumenstrom 20 m³/h je Schüler (IDA 4 niedrige Raumluftqualität gem. DIN EN 13779)
- Wärmerückgewinnungsgrad > 75 %
- CO₂- gesteuerte Regelung der Lüftungsanlage
- einfache und kostenoptimierte Anlagen
- CO₂ Ampeln im „nicht sanierungs Fall“



Vielen Dank

Kontakt Daten

Adresse : Martin Lambertz, M.Sc. Dipl. Ing.(FH)
WebSite : www.aachen.de
E-Mail : Martin.Lambertz@mail.aachen.de
Anschrift: Lagerhausstr. 20 , 52064 Aachen
Telefon : 0241/432 2773
Fax : 0241/413 541 2773