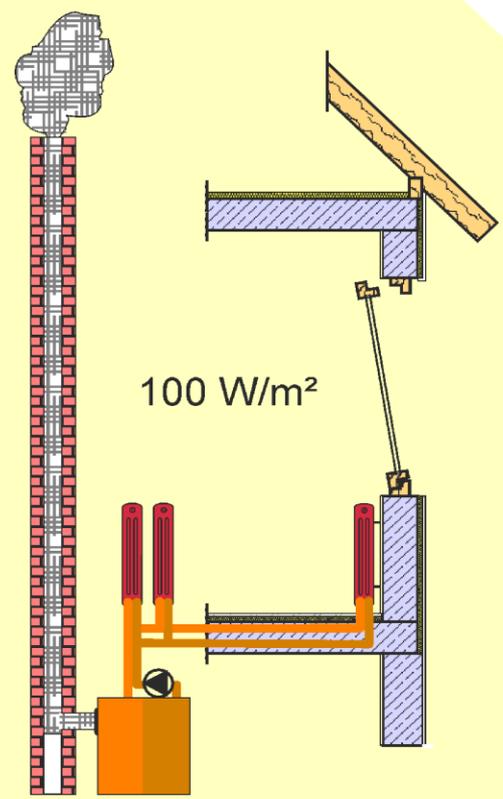


# Passivhausstandard für hessische Schulen – passivhaustaugliche Bauelemente im Gebäudebestand



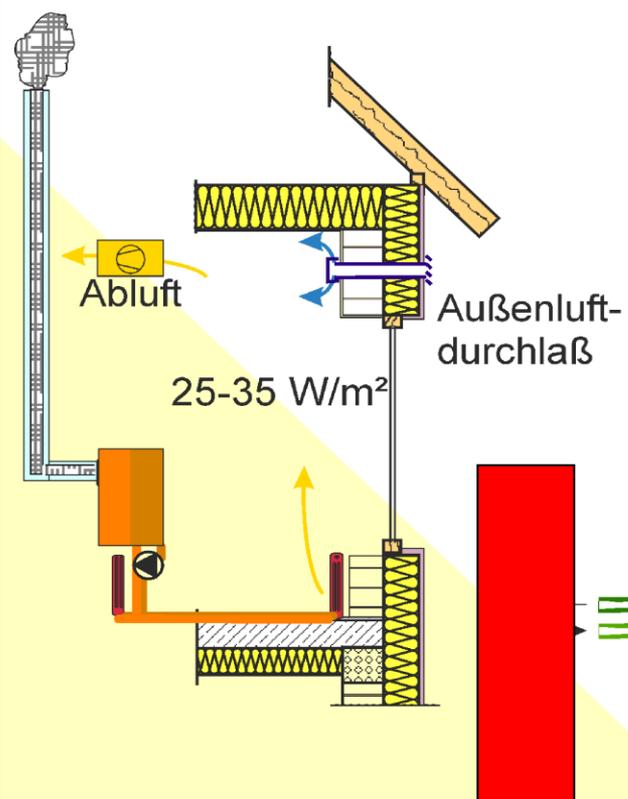
# Passivhaus-Konzept

## Gebäude-Bestand



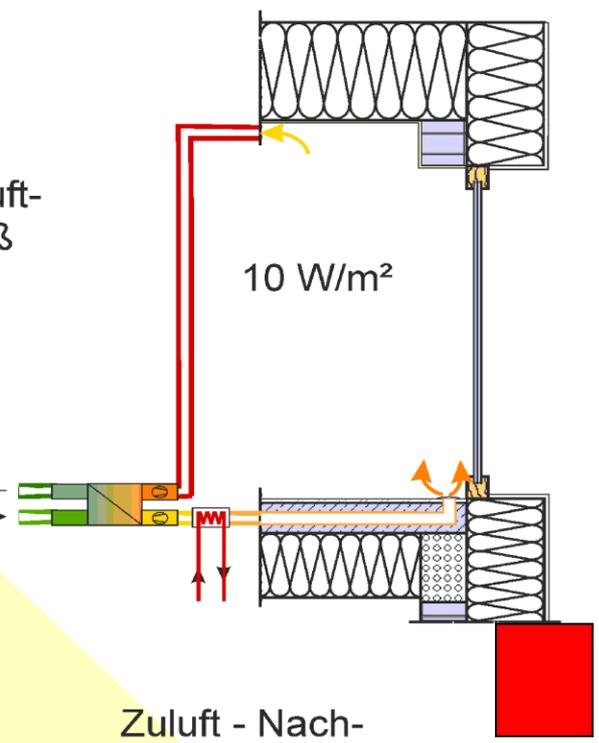
Warmwasser-heizsystem; 10 kW

## Niedrigenergiehaus



raumlufunabhängiges Warmwasser-heizsystem

## Passivhaus



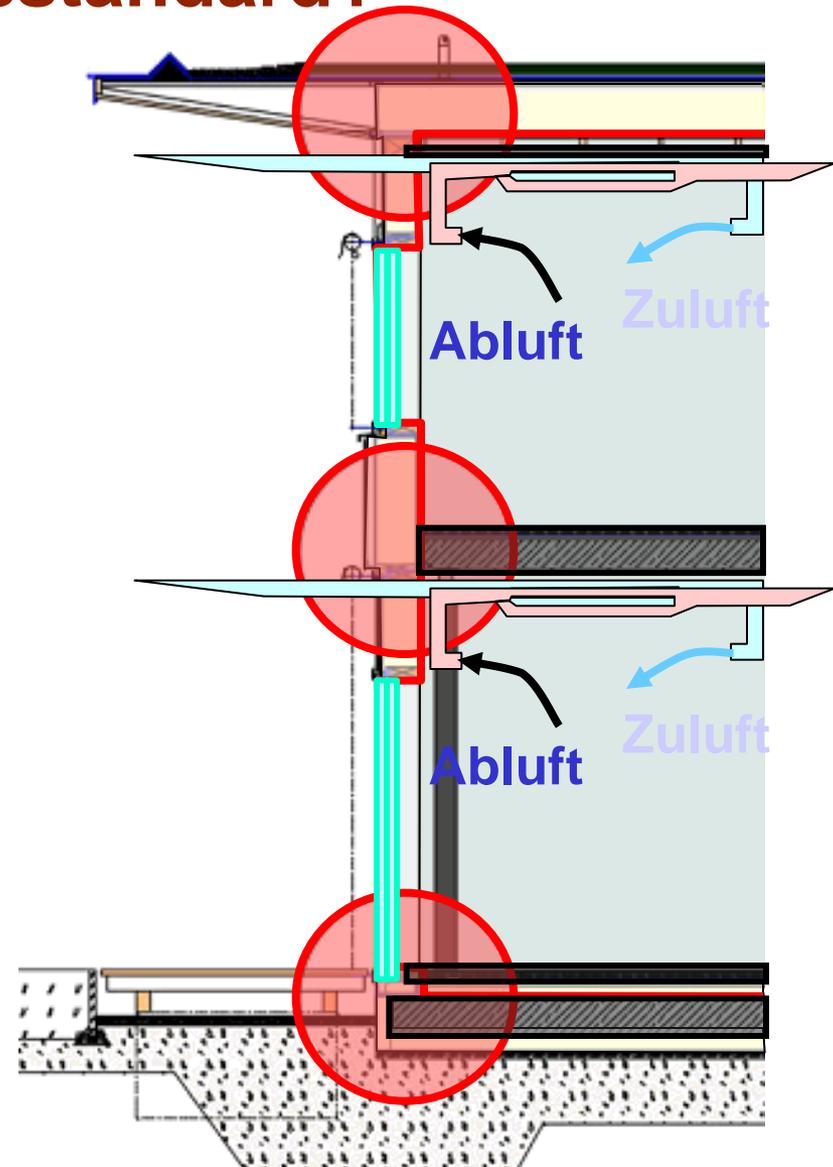
# Passivhaus-Schulneubauten

## Schulen mit Passivhausstandard?

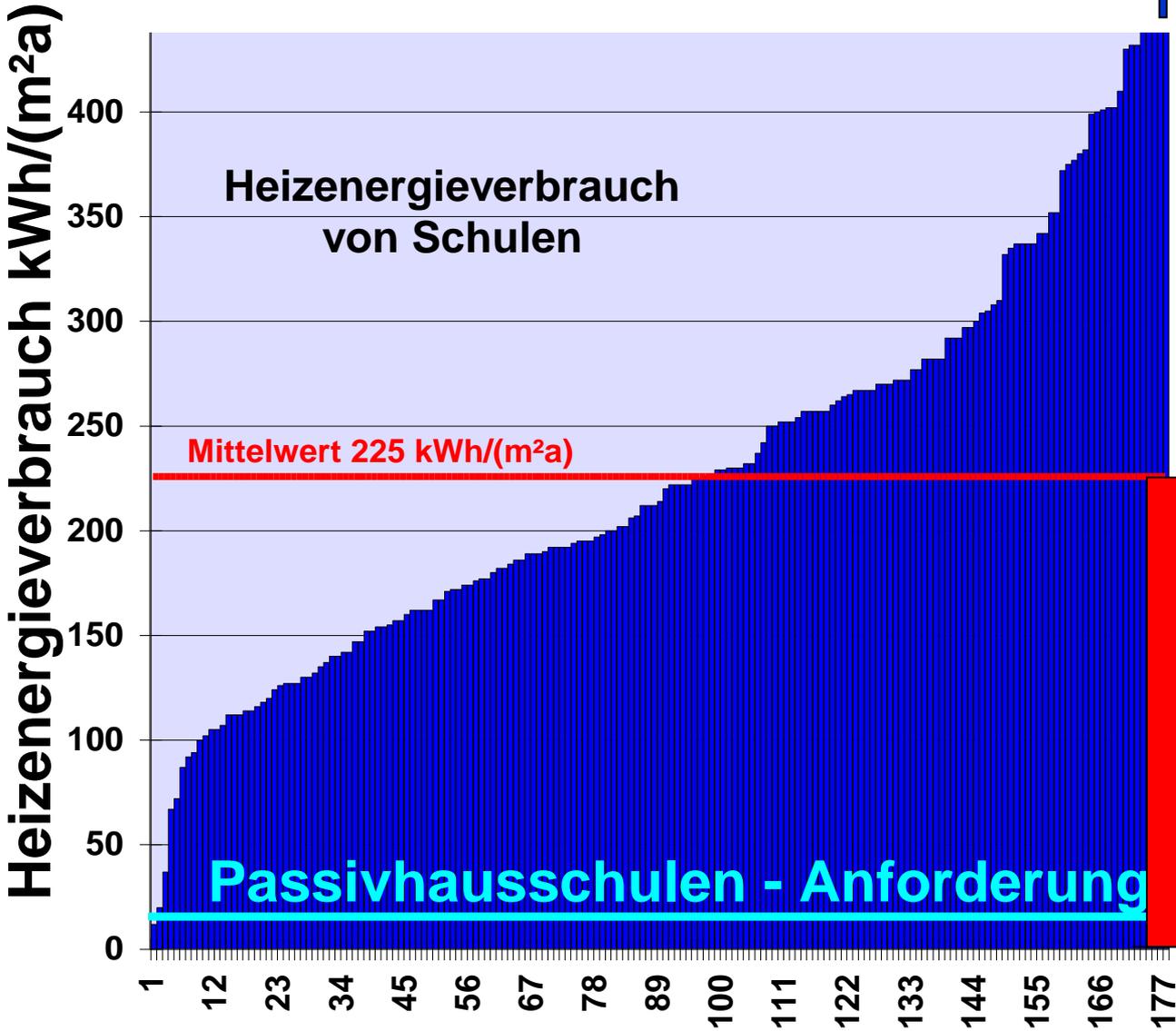


- Wie soll das gehen?

- Wärmedämmung
- Wärmebrückenfreiheit
- Luftdichtheit
- Fensterqualität
- Wärmerückgewinnung
- Wärmepufferung



# Heizenergieeinsparung: Schulen

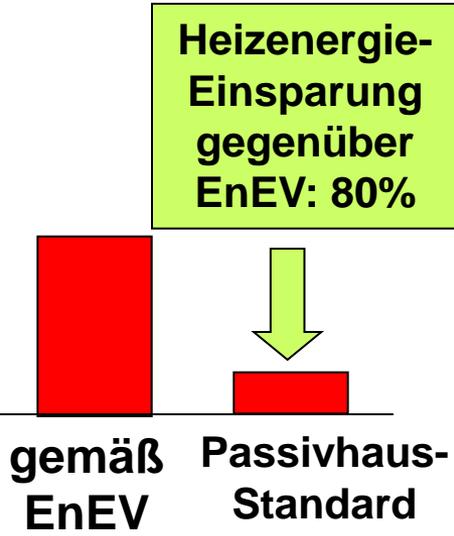


Quelle: ENSAN, IPB

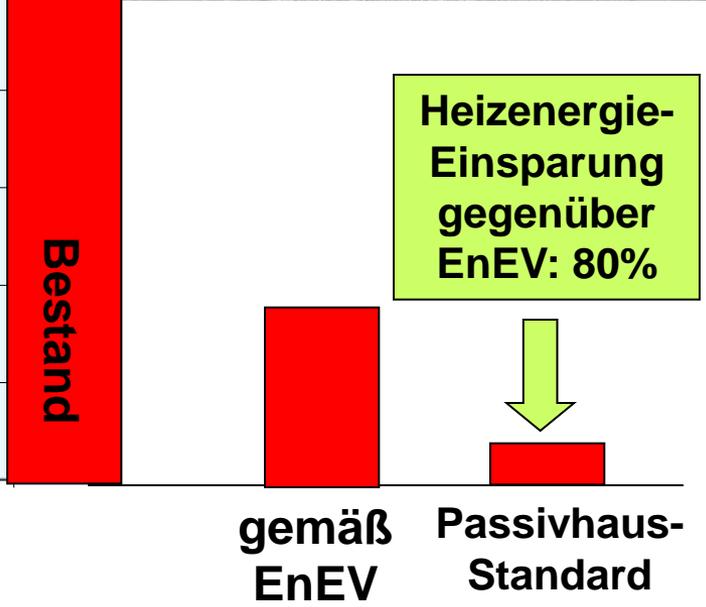
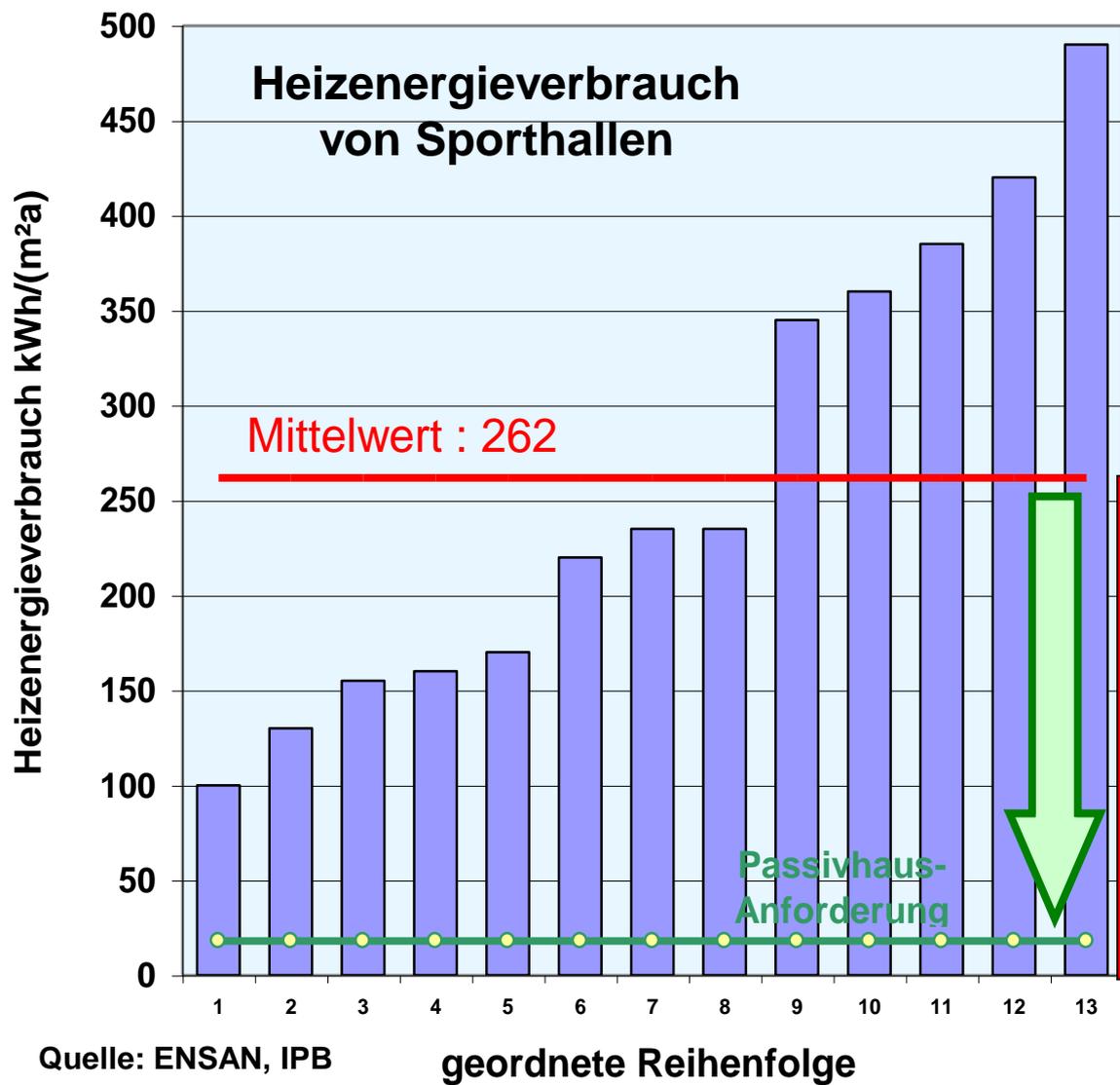
PH-Schule, Alsfeld



Architektur: BLFP, Friedberg



# Heizenergieeinsparung: Sporthallen



Quelle: ENSAN, IPB



# Schulen mit Passivhausstandard?

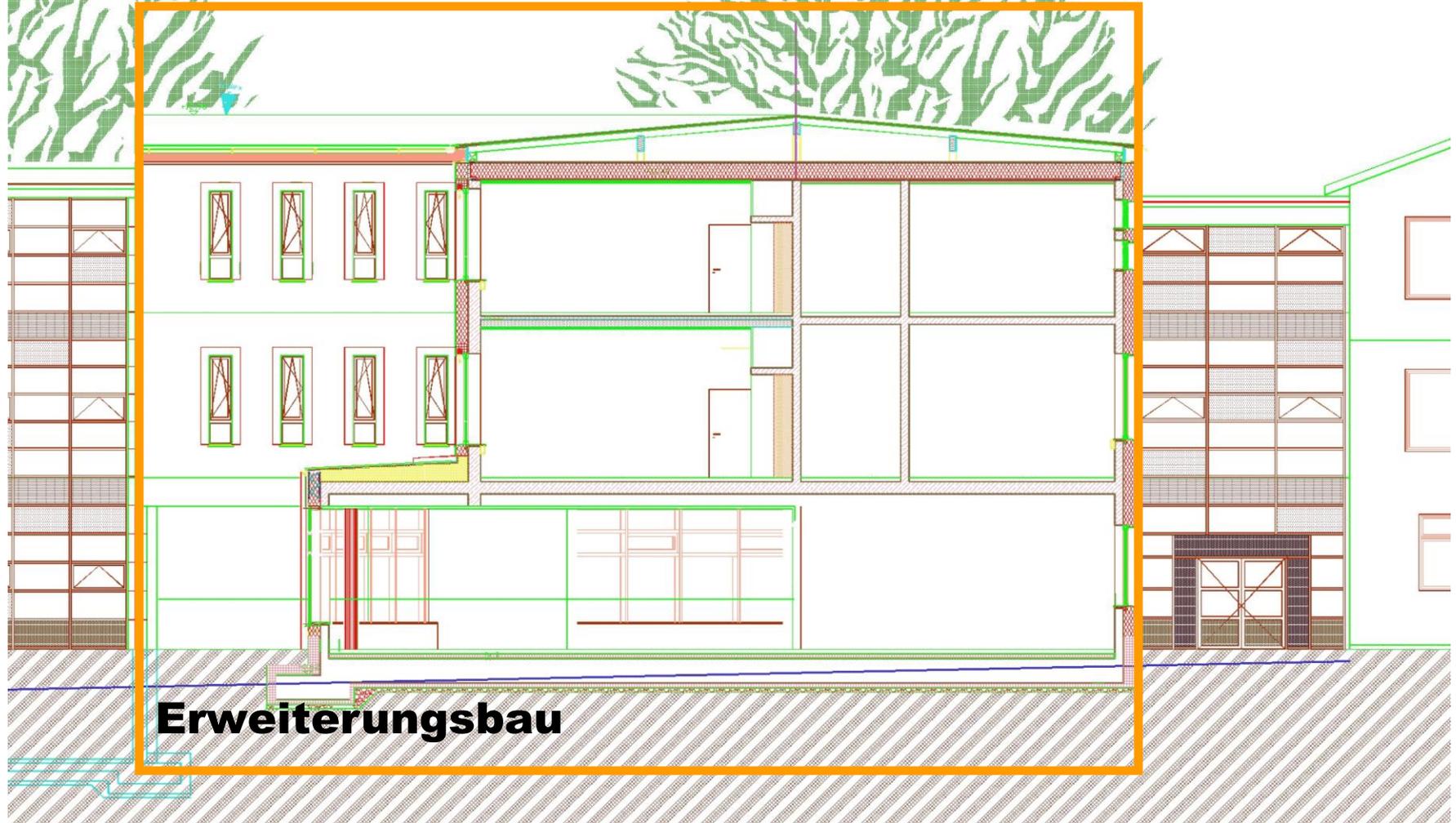
## - Wie soll das gehen?



**Beispiel: Erweiterungsbau der Albert-Schweitzer-Schule, Alsfeld**

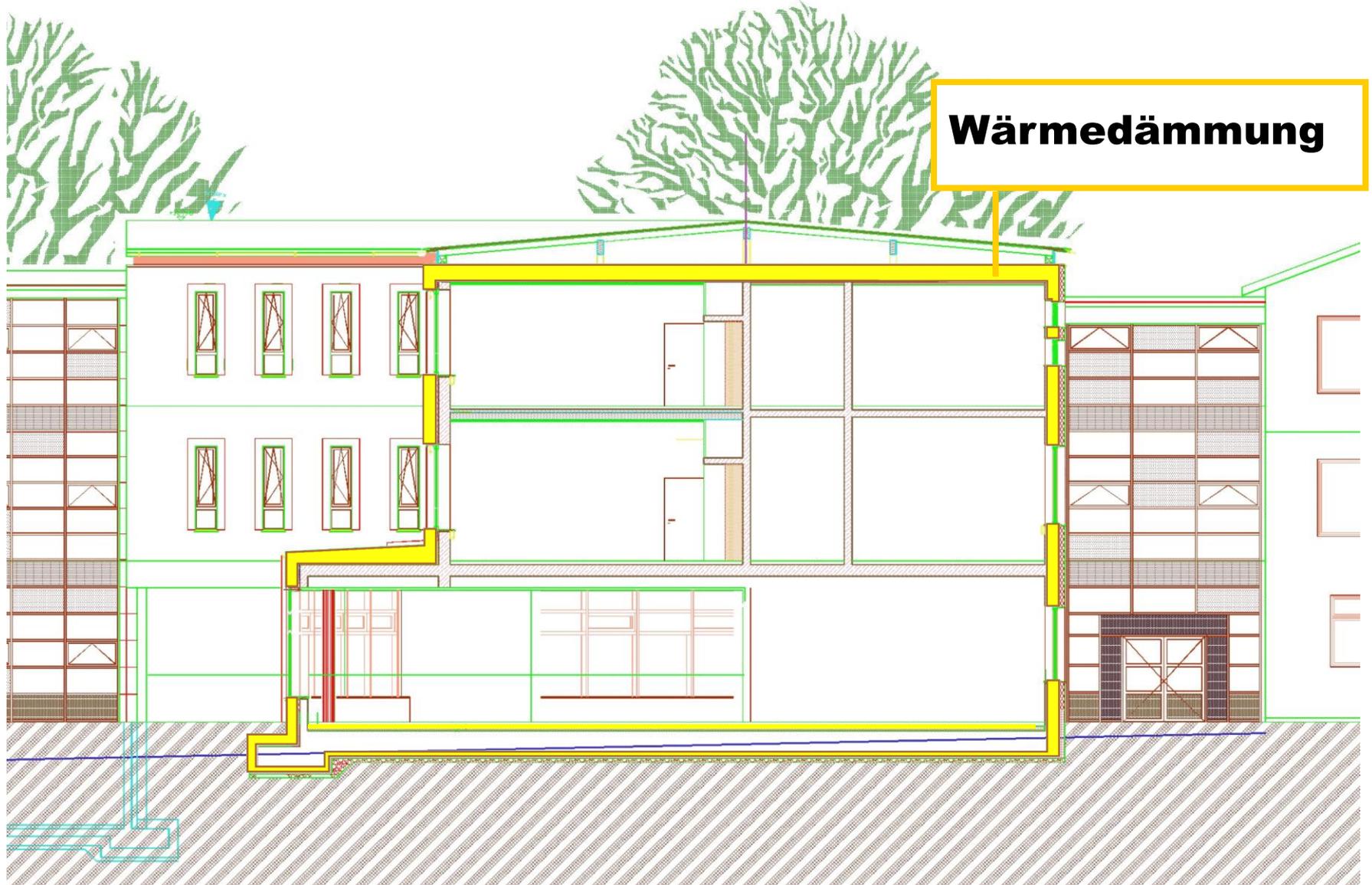
**Modellvorhaben gefördert durch Hess. Ministerium f. Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden**

# Albert-Schweitzer-Gymnasium : Erweiterungsbau



Architektur: BLFP, Friedberg

# Gebäudehülle: Wärmedämmung



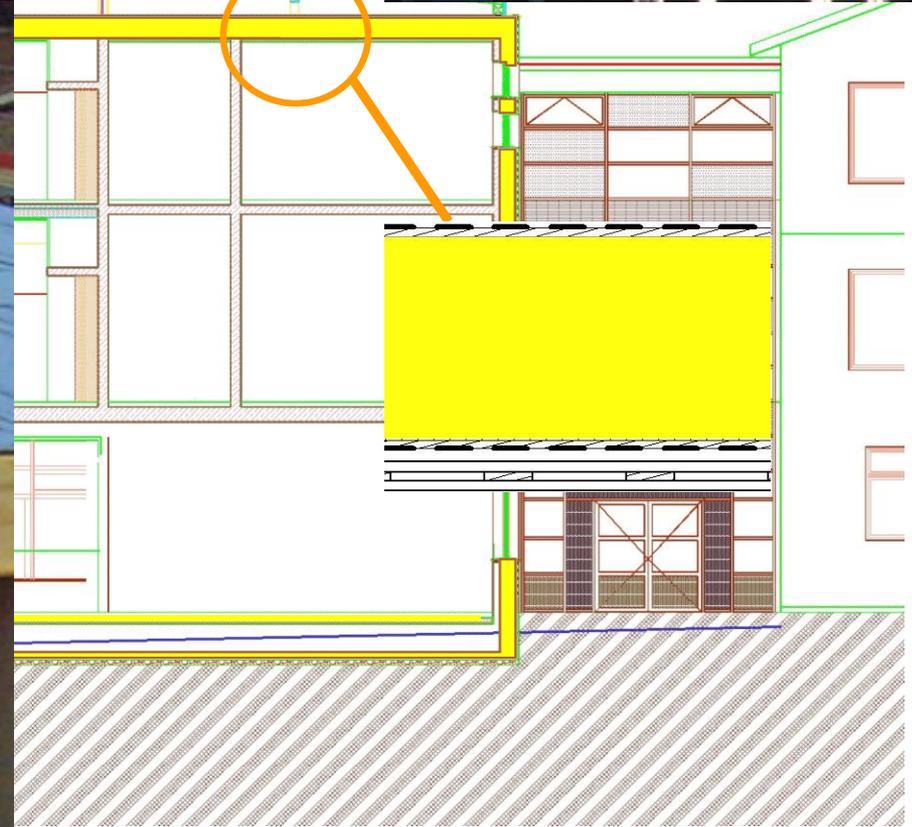
Architektur: BLFP, Friedberg

# Gebäudehülle: Dachkonstruktion

**Gedämmte  
Deckenelemente**

40 cm  
Wärme-  
dämmung

$$U_{DA} = 0.10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$



Architektur: BLFP, Friedberg

# Gebäudehülle: Bodenplatte

**Wärmedämmung  
unter der Bodenplatte**



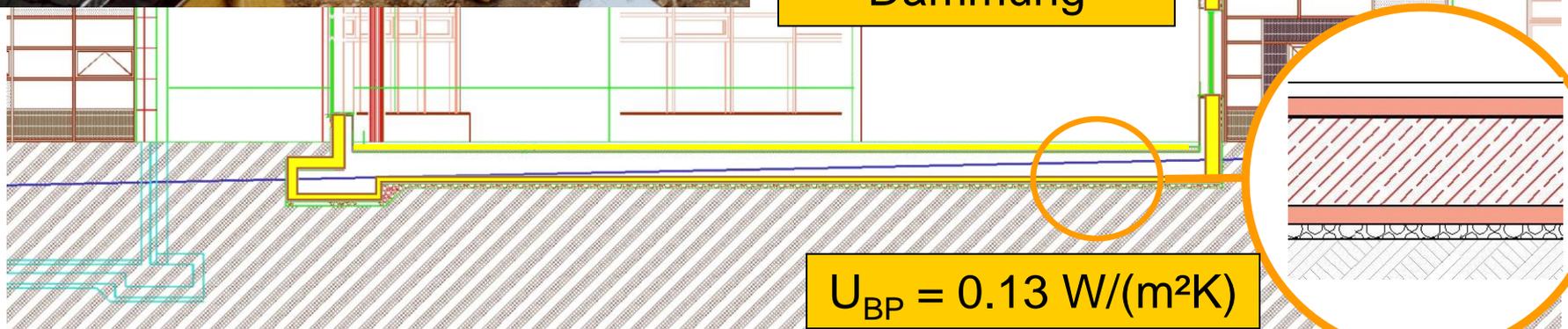
12 cm XPS-  
Dämmung

Foto: Herr Wolf

**Wärmedämmung auf  
der Bodenplatte**



12 cm EPS-  
Dämmung

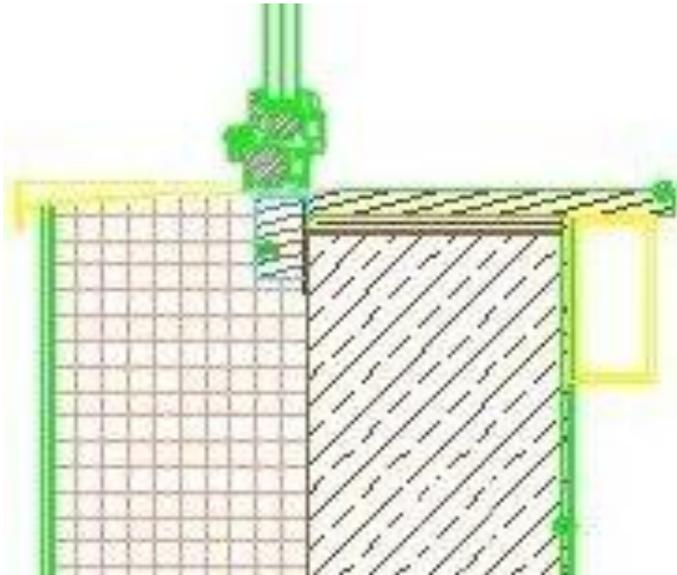


$$U_{BP} = 0.13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Architektur: BLFP, Friedberg

# Anforderung: Wärmebrückenfrei

## Fenstereinbau, oben/seitlich



### Planung



### Ausführung

Architektur: BLFP, Friedberg

# Fenster: Fensterqualität



wärmegegedämmte Rahmen mit  
Dreischeiben-Wärmeschutz-  
Verglasung:  $U_w = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$



Architektur: BLFP, Friedberg

# Überprüfung der Luftdichtheit: Drucktest-Ergebnisse



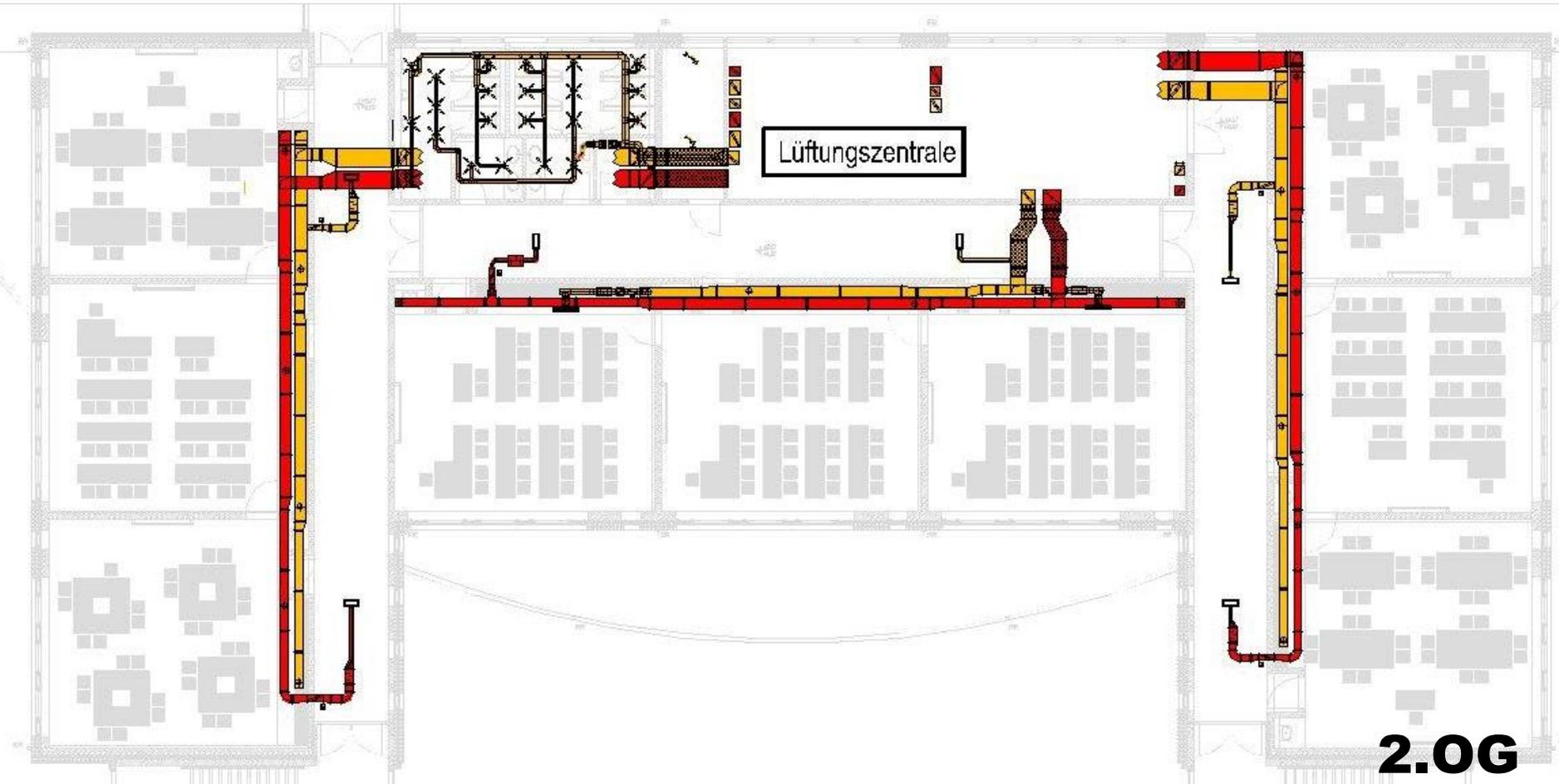
**PH-Anforderung  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$**

**Ergebnis Alsfeld  $n_{50} : 0,22 \text{ h}^{-1}$**

**Anforderung gemäß EnEV  $n_{50} : 1,5 \text{ h}^{-1}$**

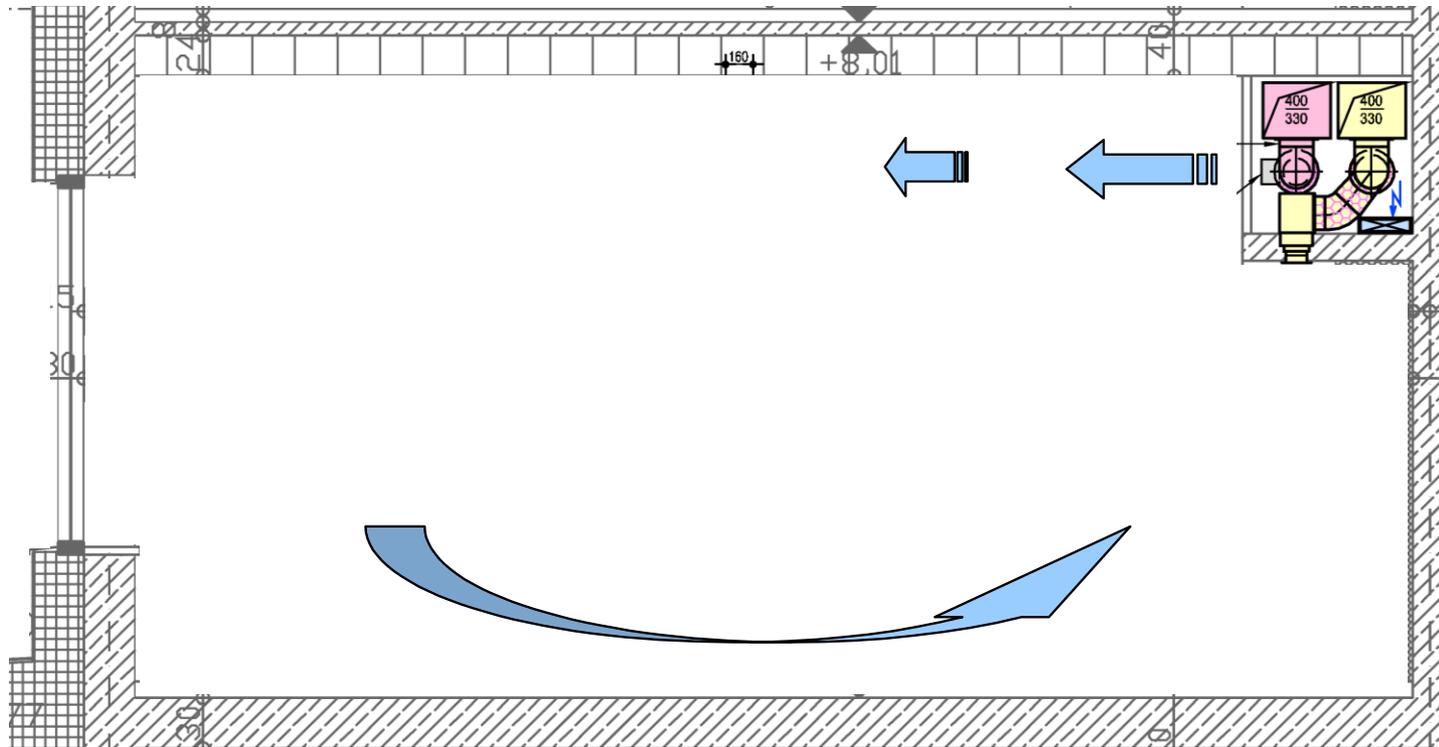


# Kontrollierte Lüftung mit WRG: Lüftungskonzept



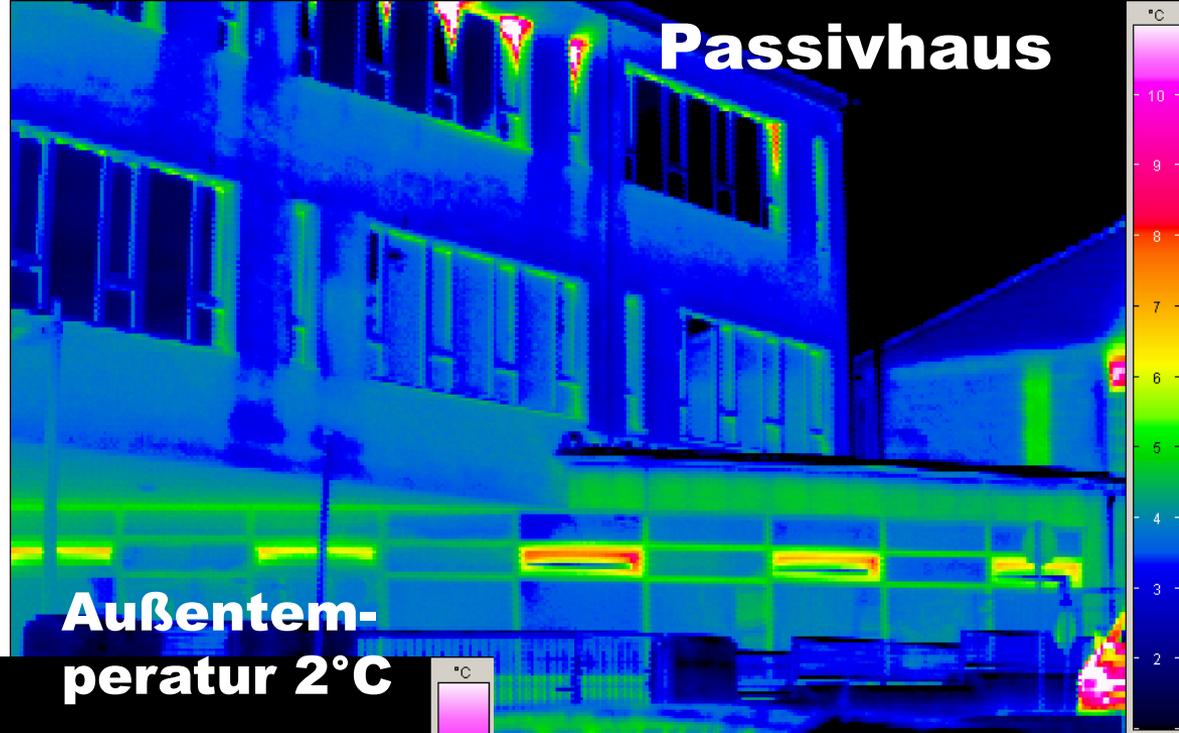
Architektur: BLFP, Friedberg / Haustechnik: Neuplan, Gießen

# Kontrollierte Lüftung: Schnitt durch Klassenraum



Architektur: BLFP, Friedberg / Haustechnik: Neuplan, Gießen

# Gebäudehülle: Passivhaus- Standard



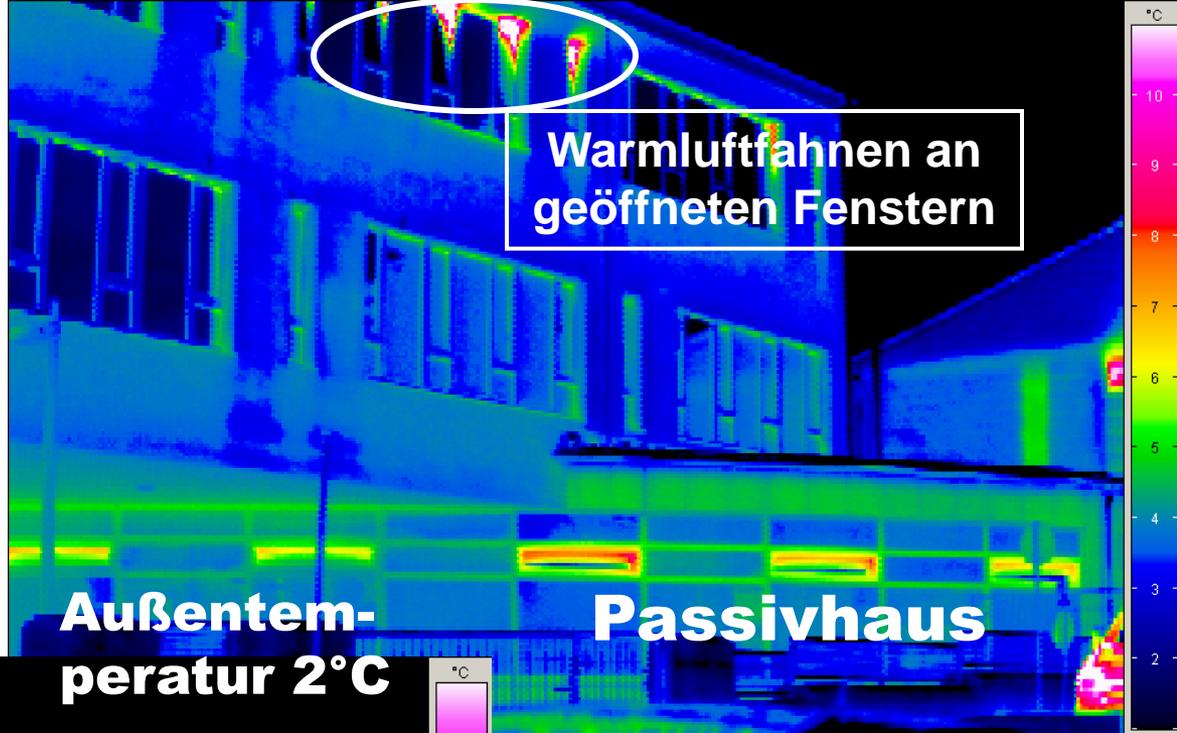
# Bestandsgebäude



## Passivhaus- Schule Alsfeld

Architektur: BLFP, Friedberg /  
Haustechnik: Neuplan,  
Gießen

# Gebäudehülle: Passivhaus- Standard



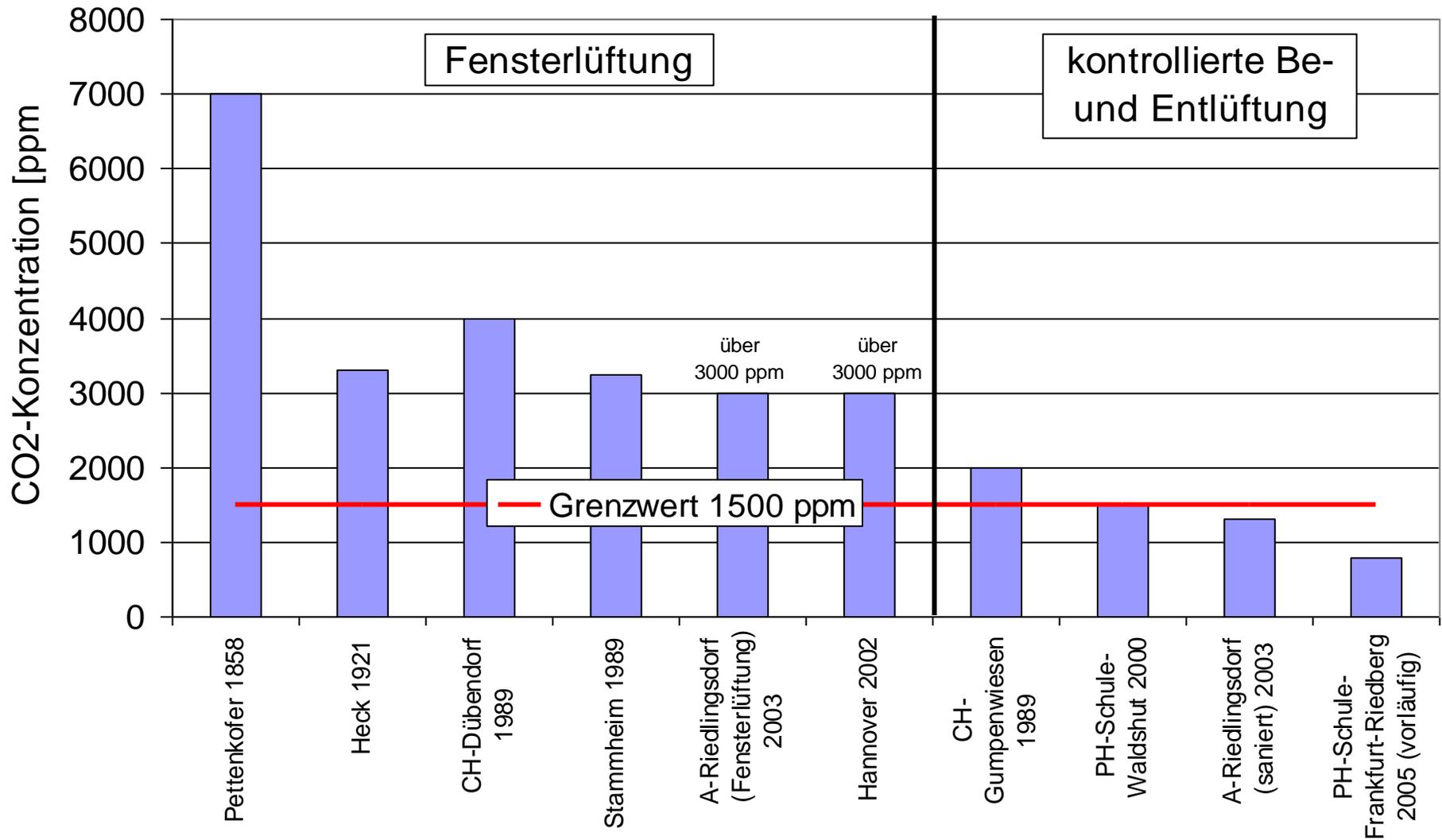
# Bestandsgebäude



# Passivhaus- Schule Alsfeld

Architektur: BLFP, Friedberg /  
Haustechnik: Neuplan,  
Gießen

# Raumluftqualität in Klassenräumen



Protokollband „Passivhaus Schulen“, [www.passiv.de](http://www.passiv.de)

Quelle: IWU, Stahl-Sonnenenergie, Muss, Gesundheitsamt Niedersachsen



# Grundschule & Kita, Frankfurt-Riedberg



Schultyp: Grundschule

Nettogrundfläche: 5500 m<sup>2</sup>

Bauweise: Stahlbeton mit  
Leichtbauelementen

Bauherr: Stadt Frankfurt/M.

Architekten: 4a, Stuttgart

Fertigstellung 2004

## Messbegleitung

Im Auftrag vom Hochbauamt der Stadt  
Frankfurt a.M.

Mit Fördermitteln der Deutschen  
Bundesstiftung Umwelt und des Landes  
Hessen

Bericht: Passivhausschule Frankfurt Riedberg –  
Messtechnische Untersuchung, Passivhaus Institut



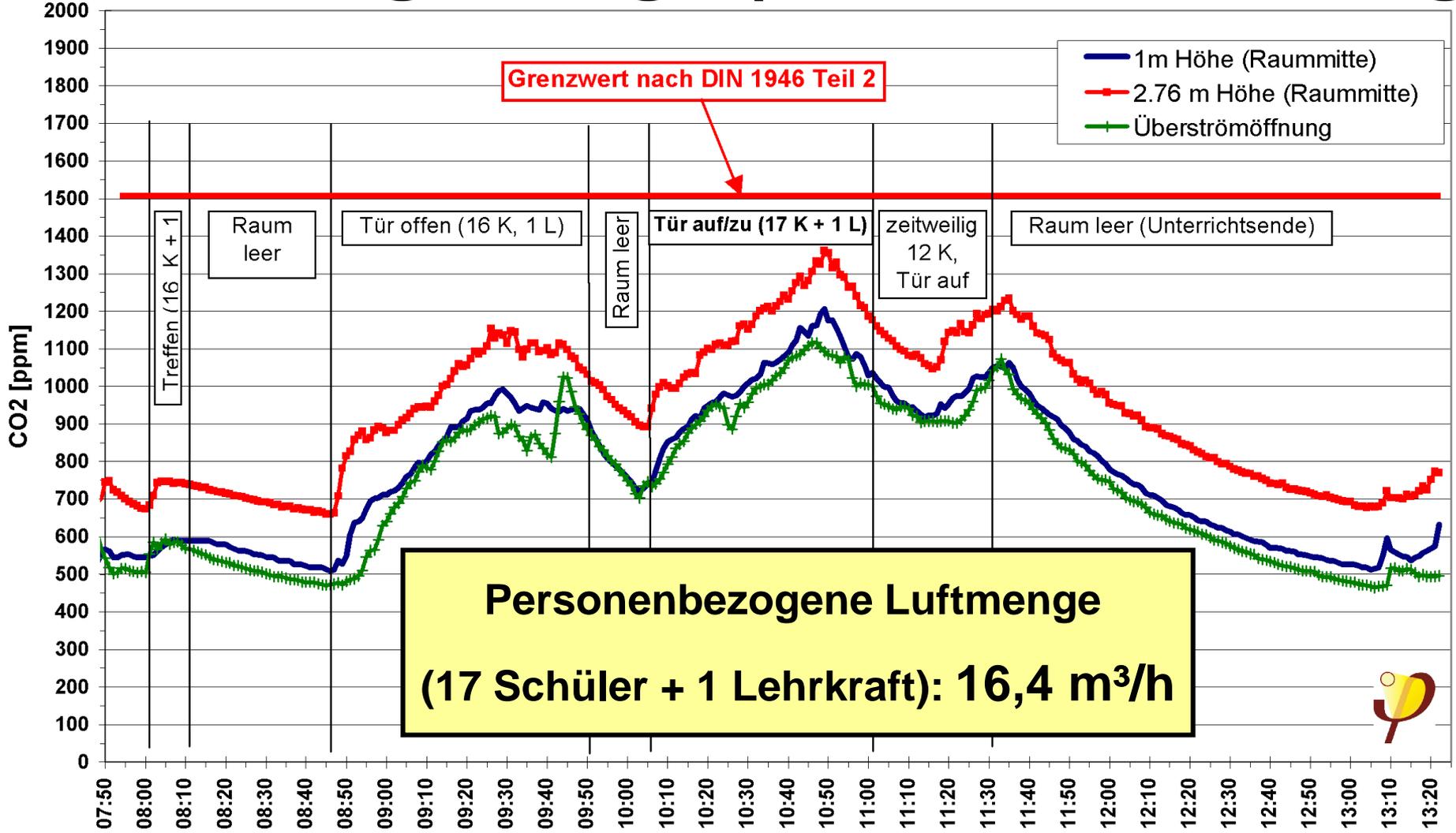
# Raumluftqualität in einem Klassenraum mit Lüftungsanlage (Frankfurt-Riedberg)



Messung  
im belegten  
Klassenraum  
(3. März 06)

Quelle: Passivhausschule Frankfurt Riedberg – Messtechnische Untersuchung, Passivhaus Institut

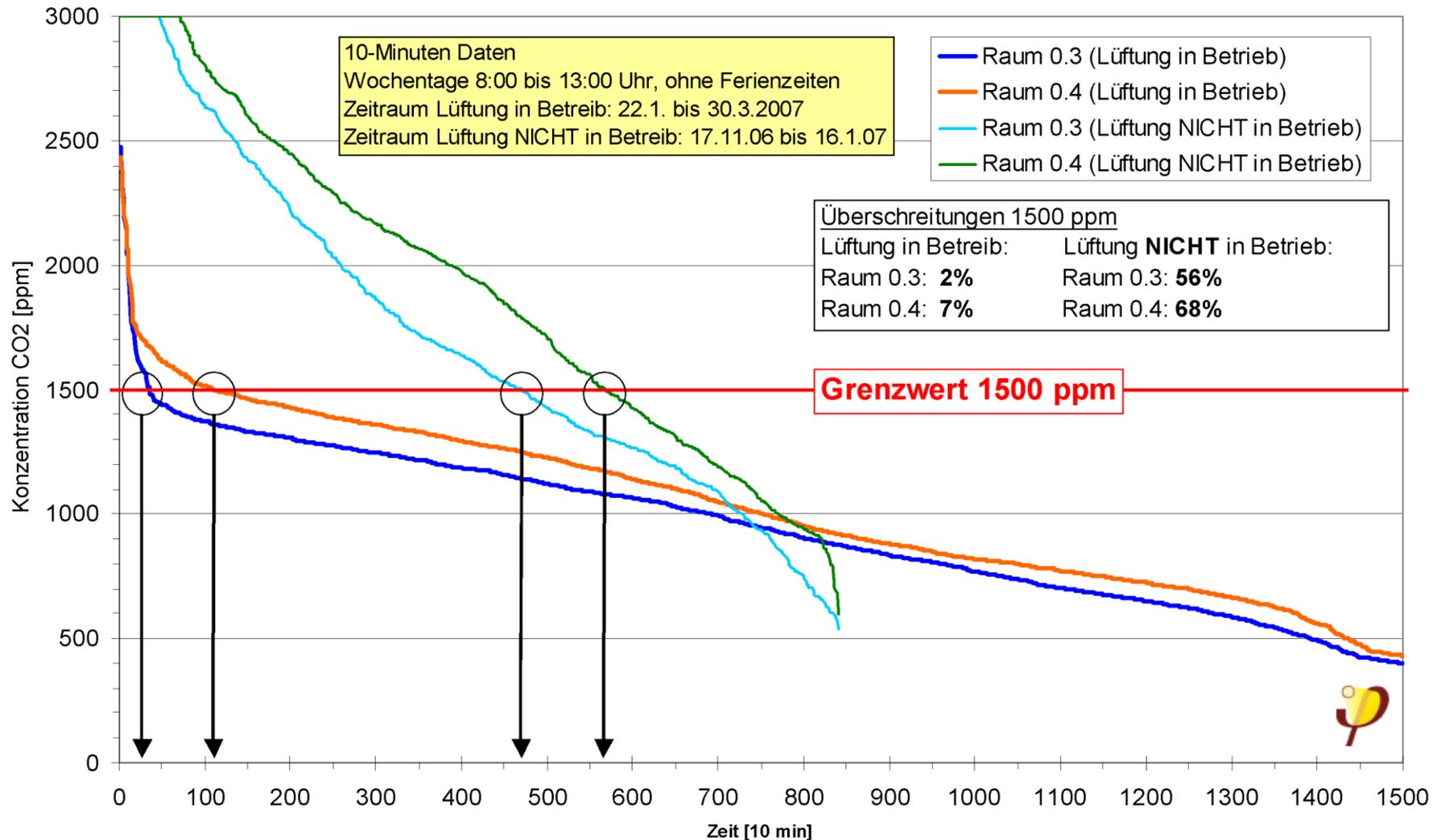
# Raumluftqualität in einem Klassenraum mit Lüftungsanlage (Frankfurt-Riedberg)



Abkürzungen: K = Kinder, L = Lehrer

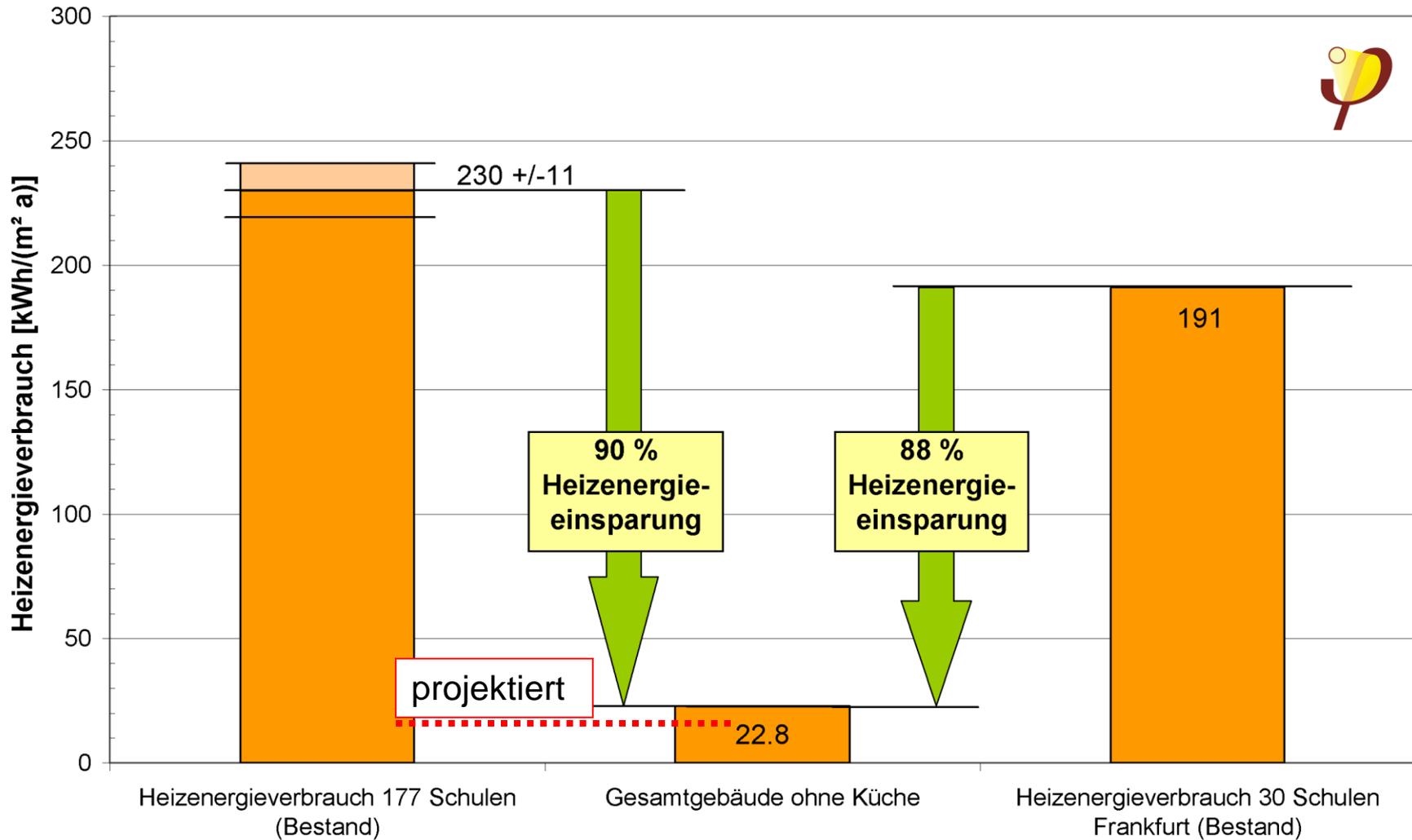


# CO<sub>2</sub>-Konzentration mit und ohne Lüftungsanlagenfunktion (10-Minuten-Daten)



# Vergleich Heizenergieverbrauch

(Gesamtjahr)



Quelle: Passivhausschule Frankfurt Riedberg – Messtechnische Untersuchung, Passivhaus Institut



# Energetische Bewertung Lüftungsanlage

Heizperiode Oktober 2005 bis April 2006

$\eta = 84,2 \%$  (Kernwinter Dez. bis Jan.  $\eta = 85,4 \%$ )

Stromeffizienzkriterium

$0,43 \text{ Wh/m}^3$  (Vorgabe  $\text{PHI} \leq 0,45$ )



**„Arbeitszahl“  $\geq 10$**

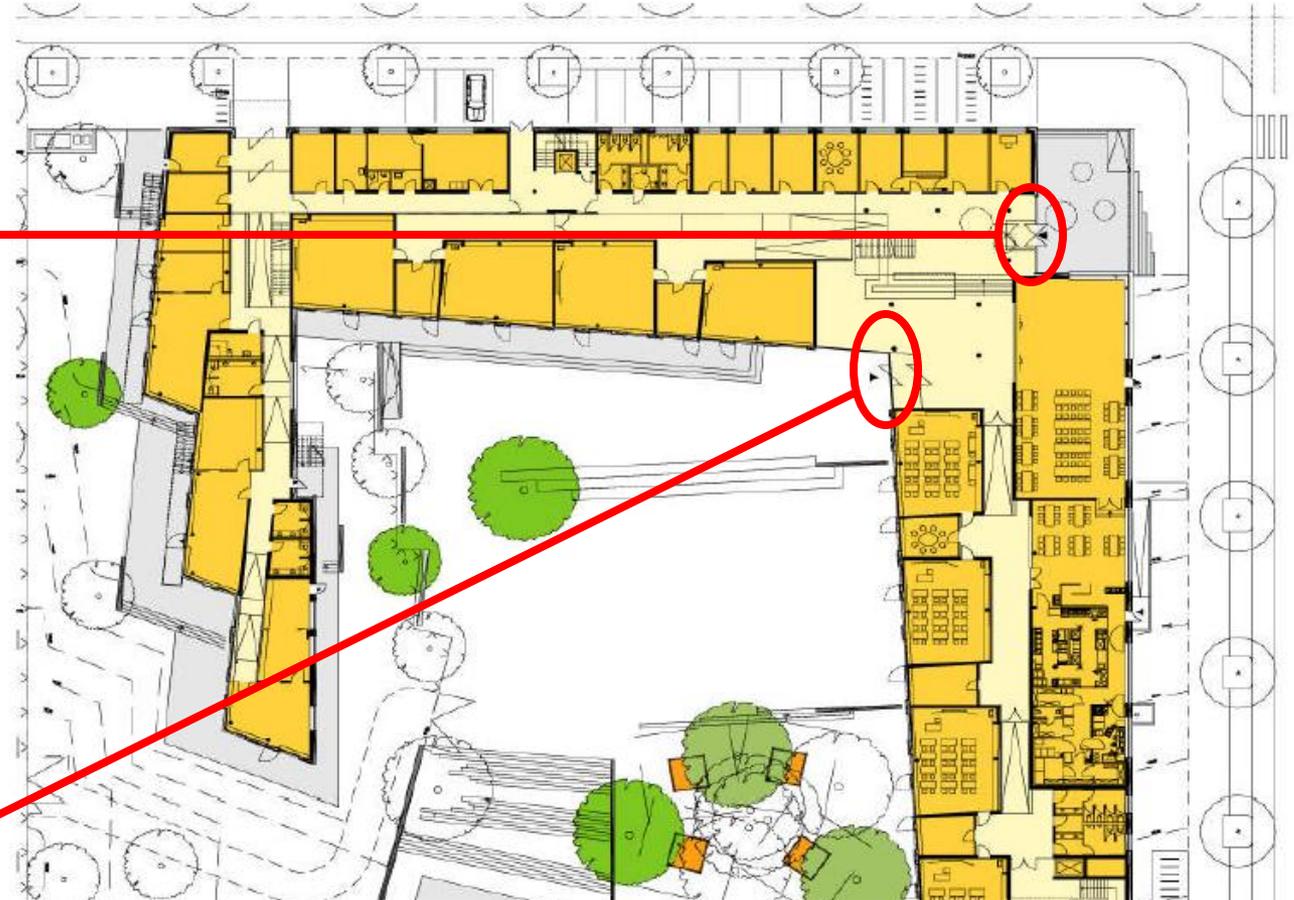
**Reduzierung der Lüftungswärmeverluste**  
**Antriebsenergie**

Quelle: Passivhausschule Frankfurt Riedberg – Messtechnische Untersuchung, Passivhaus Institut

# Haupteingang



# Zugang zum Hof



# Energetische Auswirkung von Türöffnungsvorgängen im Eingangsbereich



Grundriss EG

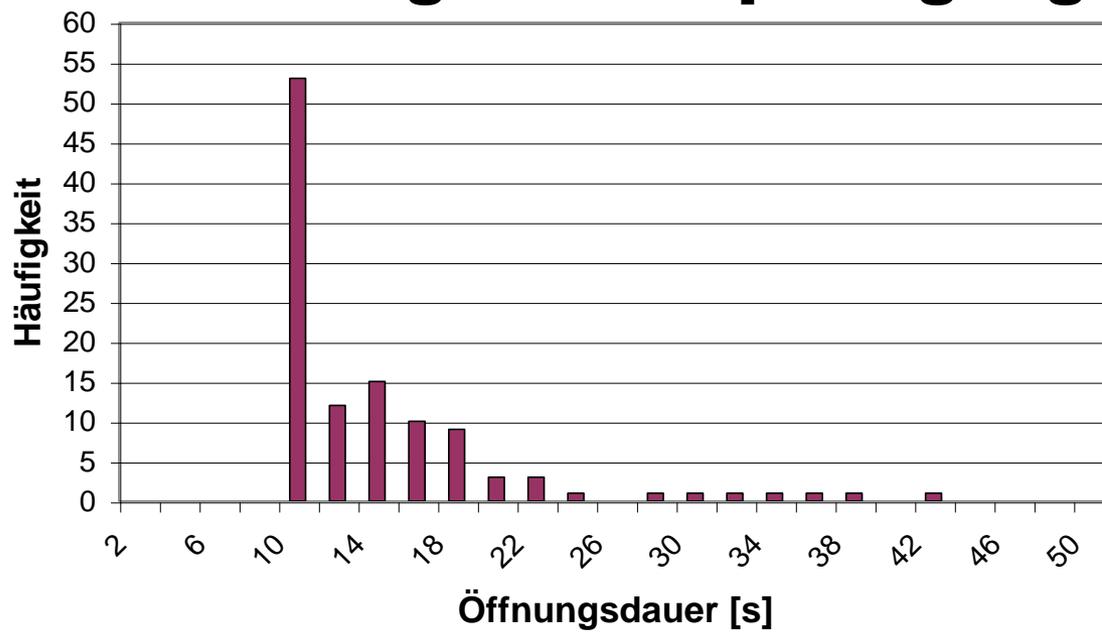


# Aufzeichnung der Türöffnungsvorgänge

- Identifizierung von typischen Türöffnungsvorgängen und -dauern

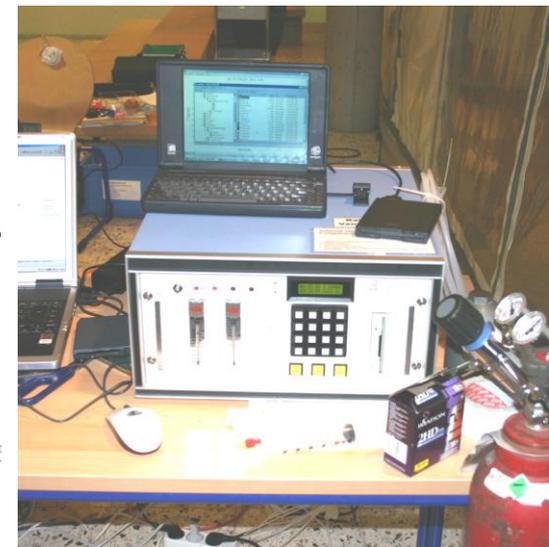
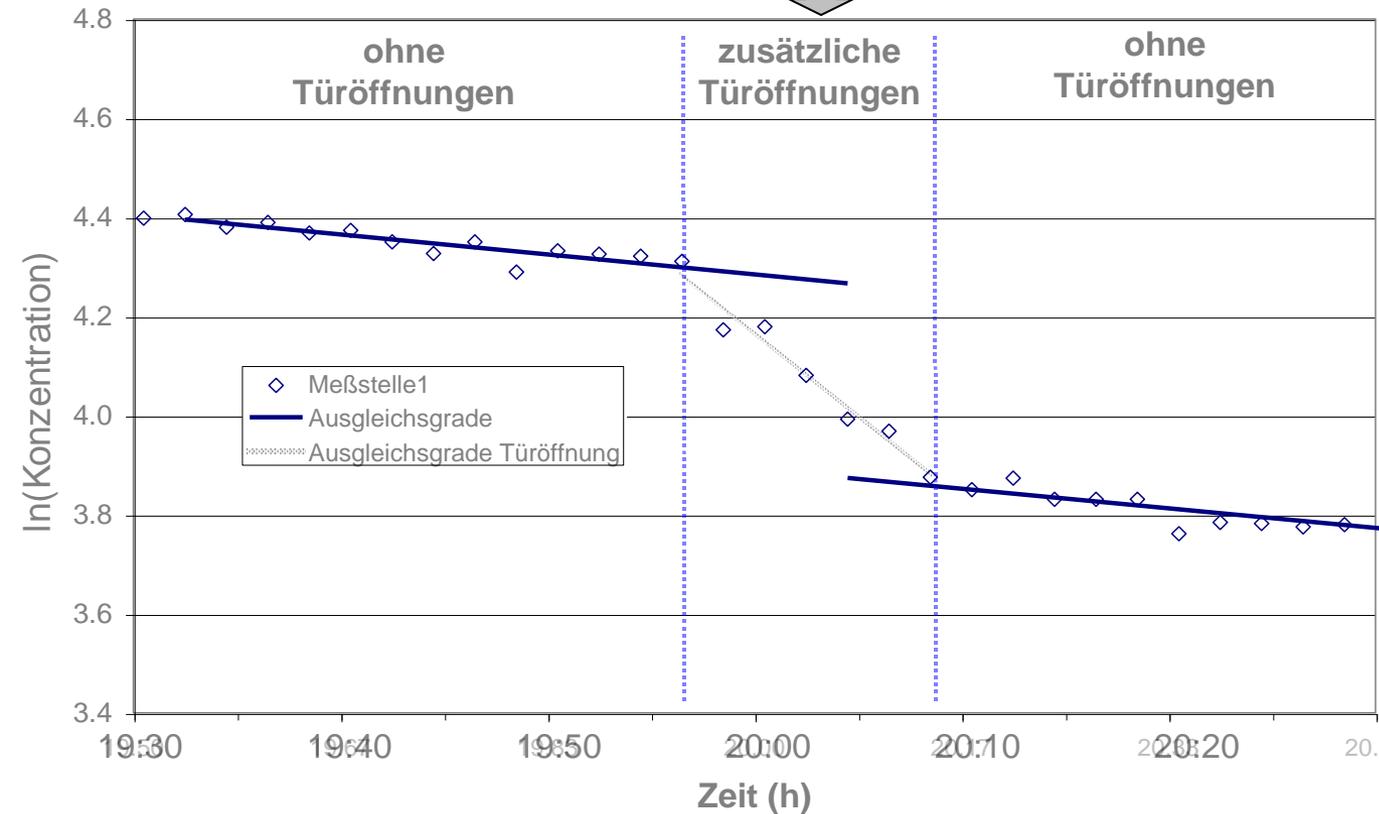


## Messung am Haupteingang



# Messung des Luftaustausch für typische Türöffnungsereignisse

20 Türöffnungen während 20 min



# Anbau Waldorfschule Bremen

Schultyp: Waldorfschule

Energiebezugsfläche 1000 m<sup>2</sup>

Bauherr: Schulbetriebsverein Freie Waldorfschule e. V.

Architekten: **Prof. W. Dahms / F. Sieber, Bremen**

Baujahr: 2000



# Passivhaus-Schule Waldorfschule Bremen



## Innenansichten



# Passivhaus-Schule Waldshut

Schultyp:

**Berufsschule** für  
Hauswirtschaft u.  
Ernährungswissen-  
schaft sowie  
Gymnasium

**NGF 5.826 m<sup>2</sup>**

Bauherr: Landkreis  
Waldshut;

Projektleitung:  
**Bauamtsleiter  
Kuhlmey**

Architekten: **Harter  
und Kanzler** freie  
Architekten BDA  
bezogen:  
Ostern 2003



# Albert Schweitzer Schule, Alsfeld

Schultyp: Gymnasium      Nettogrundfläche: 2270 m<sup>2</sup>

Bauweise: Massivbau, WdVS, Holz      Bauherr: Vogelsbergkreis      Fertig.2006

Architekten: Prof. Bremmer-Lorenz-Frielinghaus Planungsges. mbH



# Passivhaus-Schulen mit Sporthalle

## Montessori-Schule

## Aufkirchen

Architekten Walbrunn-Grotz-Vallentin-Loibl

Ingenieurbüro Lackenbauer und Mack



Montessori  
Volksschule

Fertigstellung 2004;  
3300 m<sup>2</sup> Nett Nutz-  
fläche

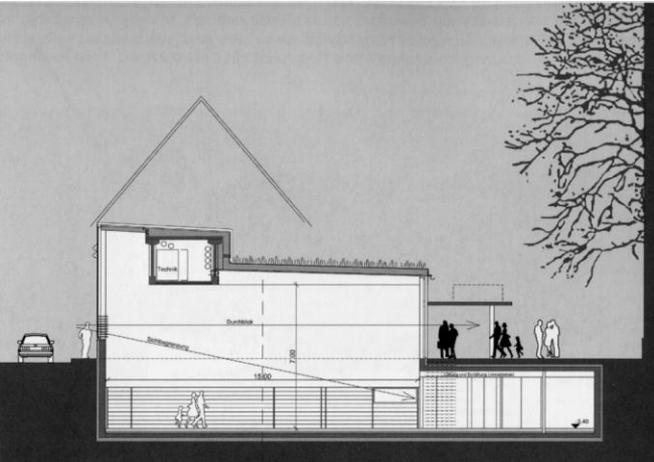
Montessori Verein  
Landkreis Erding e.V.

# Passivhaus- Schulneubauten

## Montessori- Schule Aufkirchen



# PH-Schulsporthallen



**Bauherr:** Stadt  
Heidelberg

**Architekt:** ap  
88, Heidelberg

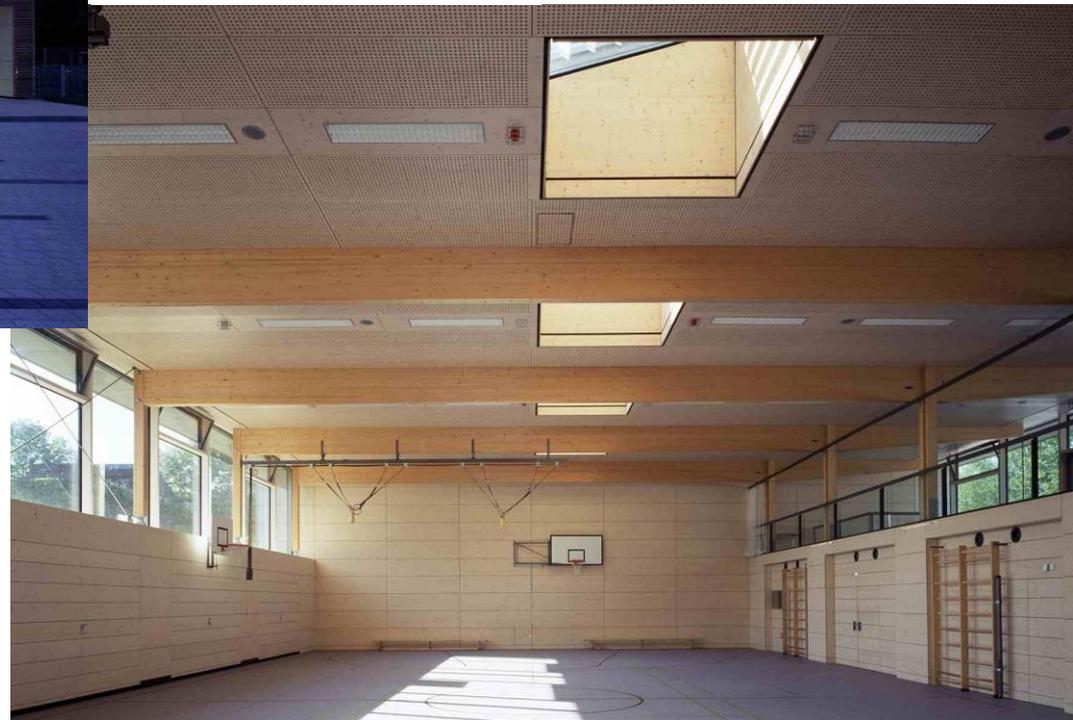
# Beispiel: PH-Schulsporthallen



Fotos: Myrzik & Jarisch

**Bauherr:** Landkreis München  
und Stadt Unterschleißheim

**Architekt:** Pfletscher und  
Steffan, München



# Beispiel: PH-Schulsporthallen

## Dreifeld-Sporthalle Laatzen

**Architektur:** Stadt Laatzen, Architekturbüro ART-Plan/  
Architektur- und TGA Büro Grobe Passivhaus

**Haustechnik:** Theurich und Klose / Architektur- und TGA  
Büro Grobe Passivhaus



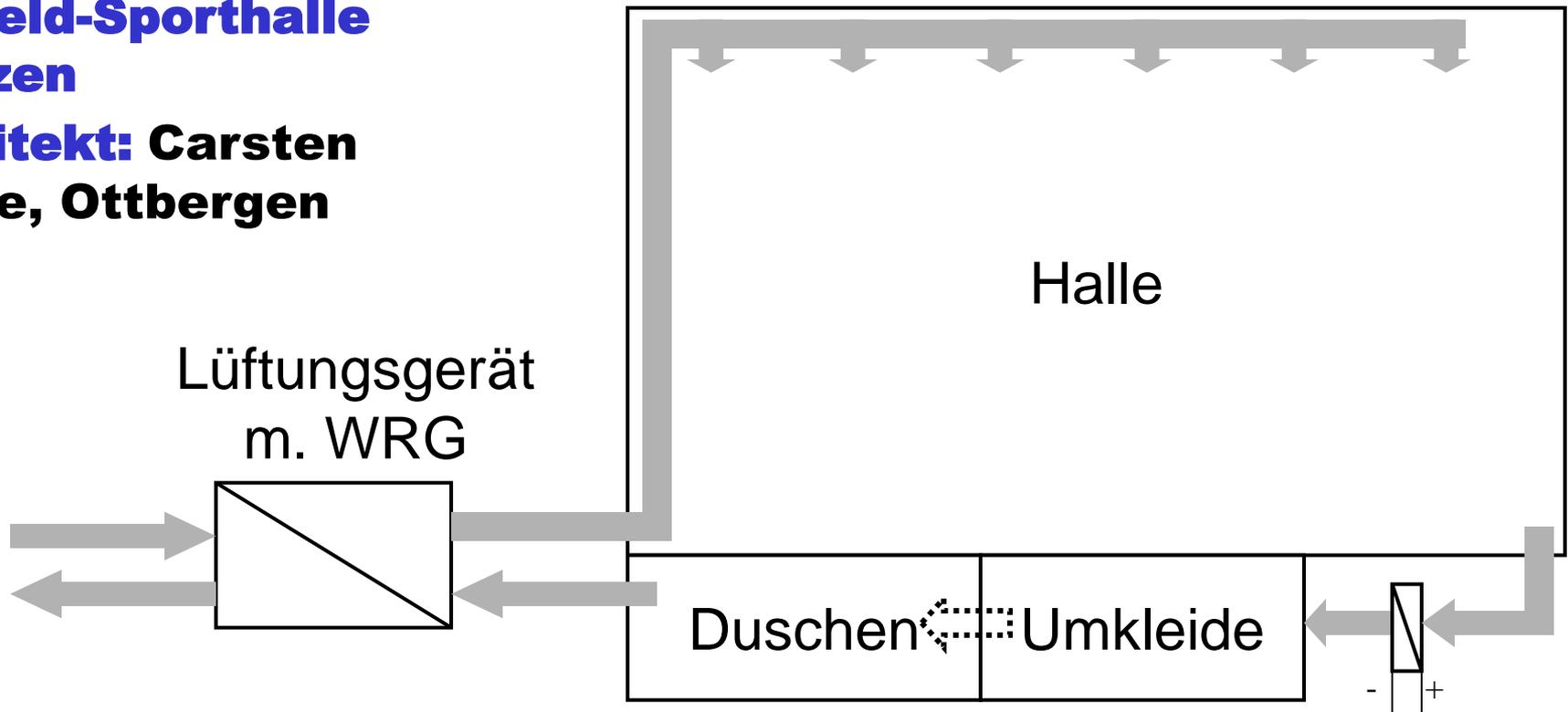


# PH-Sporthalle

## Kombination von Hallen- und Nebenraumlüftung

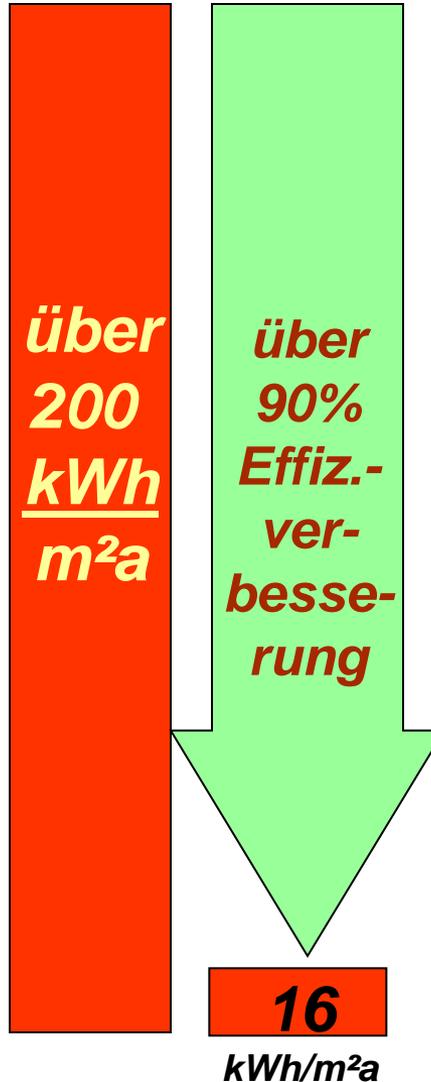
**Dreifeld-Sporthalle**  
**Laatzen**

**Architekt: Carsten Grobe, Ottbergen**



# Vorher

# Nachher



- *Wärmedämmung Dach*
- *Wärmedämmung Wand*
- *Warmfenster*
- *Lüftung mit WRG*
- *Brennwertgerät*
- *Solaranlage*



## **Bauherr:**

ABG Frankfurt Holding

## **Architektur:**

faktor 10, Darmstadt

## **Wiss. Beratung und Messungen:**

Passivhaus Institut, Darmstadt

## **Förderung:** Hess. Ministerium f.

Wirtschaft, Verkehr und Landes-  
entwicklung, Wiesbaden



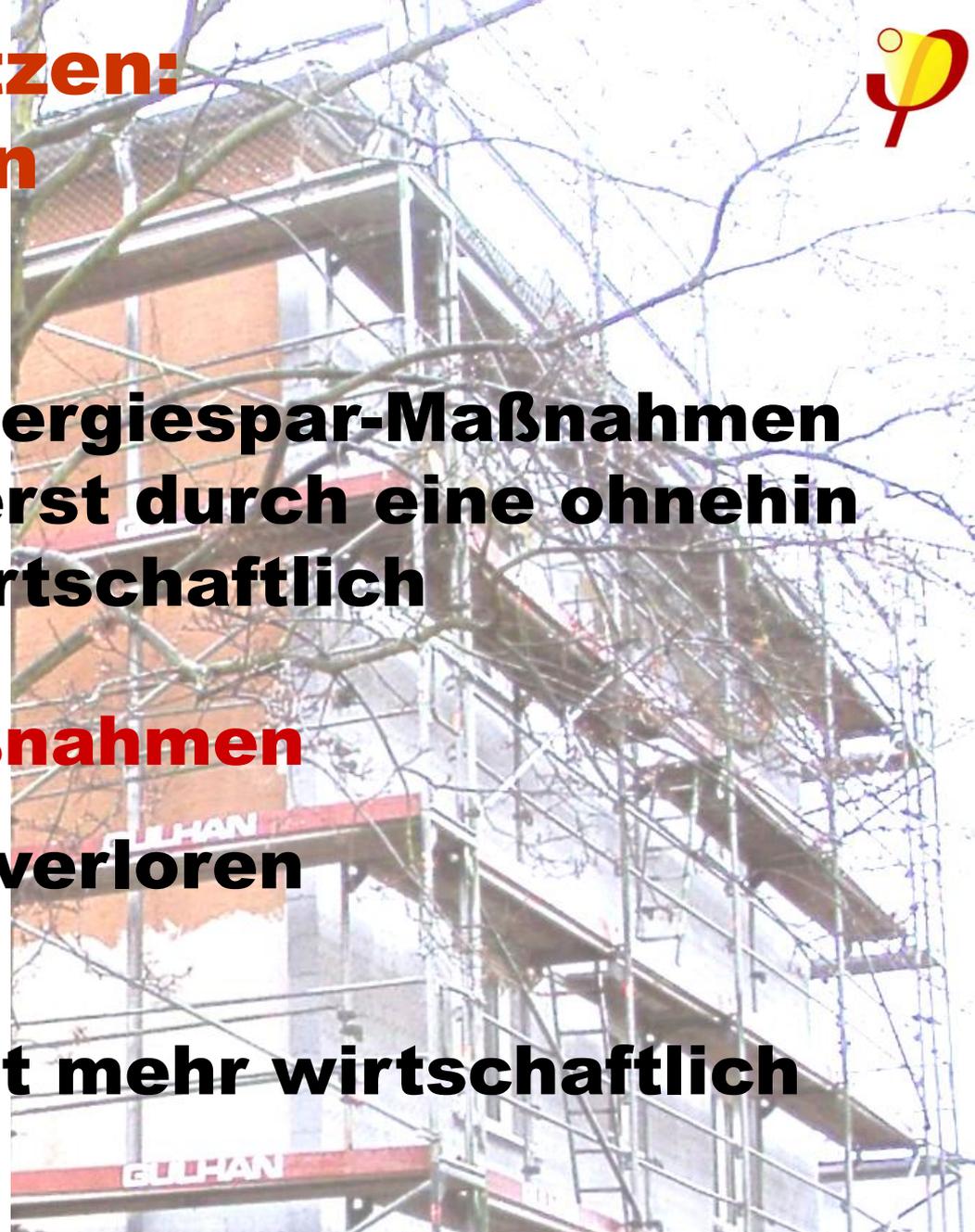


# **Gelegenheiten nutzen: „Wenn Schon, denn schon“**

**Kopplungsprinzip:** Energiespar-Maßnahmen werden regelmäßig erst durch eine ohnehin fällige Maßnahme wirtschaftlich

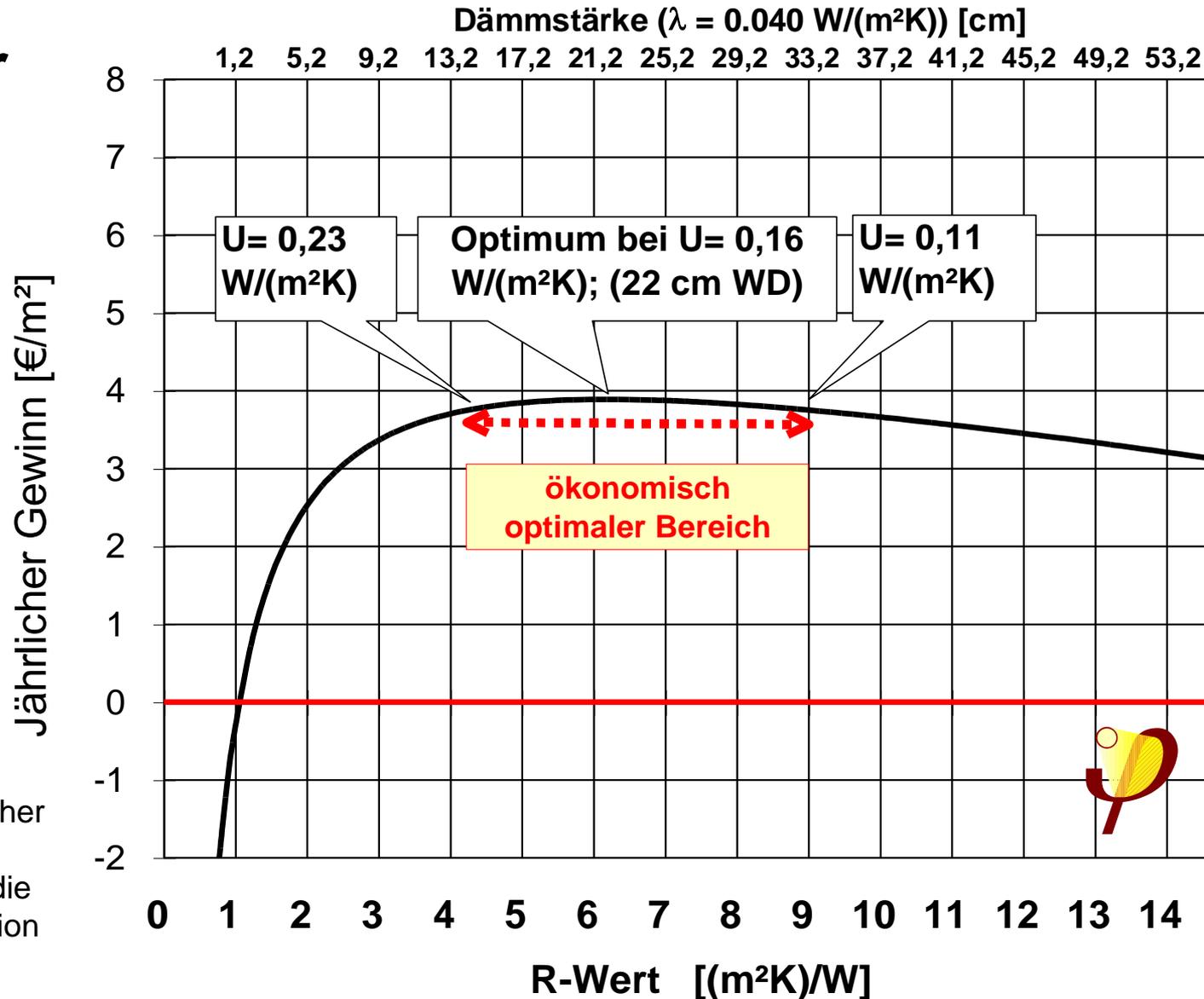
## **Mäßige Effizienz-Maßnahmen**

- sind für viele Jahre verloren (Erneuerungszyklen)
- und sind häufig nicht mehr wirtschaftlich verbesserbar!



# Beispiel: WDVS auf ungedämmter Außenwand

- **Ohnehin-  
Maßnahme  
Neuan-  
strich**



Quelle: Bewertung energetischer Anforderungen im Lichte steigender Energiepreise für die EnEV..., BBR-Online-Publikation 18/08.



# Generalsanierung der Grundschule in Baierstdorf



Foto: Architekturbüro Haase

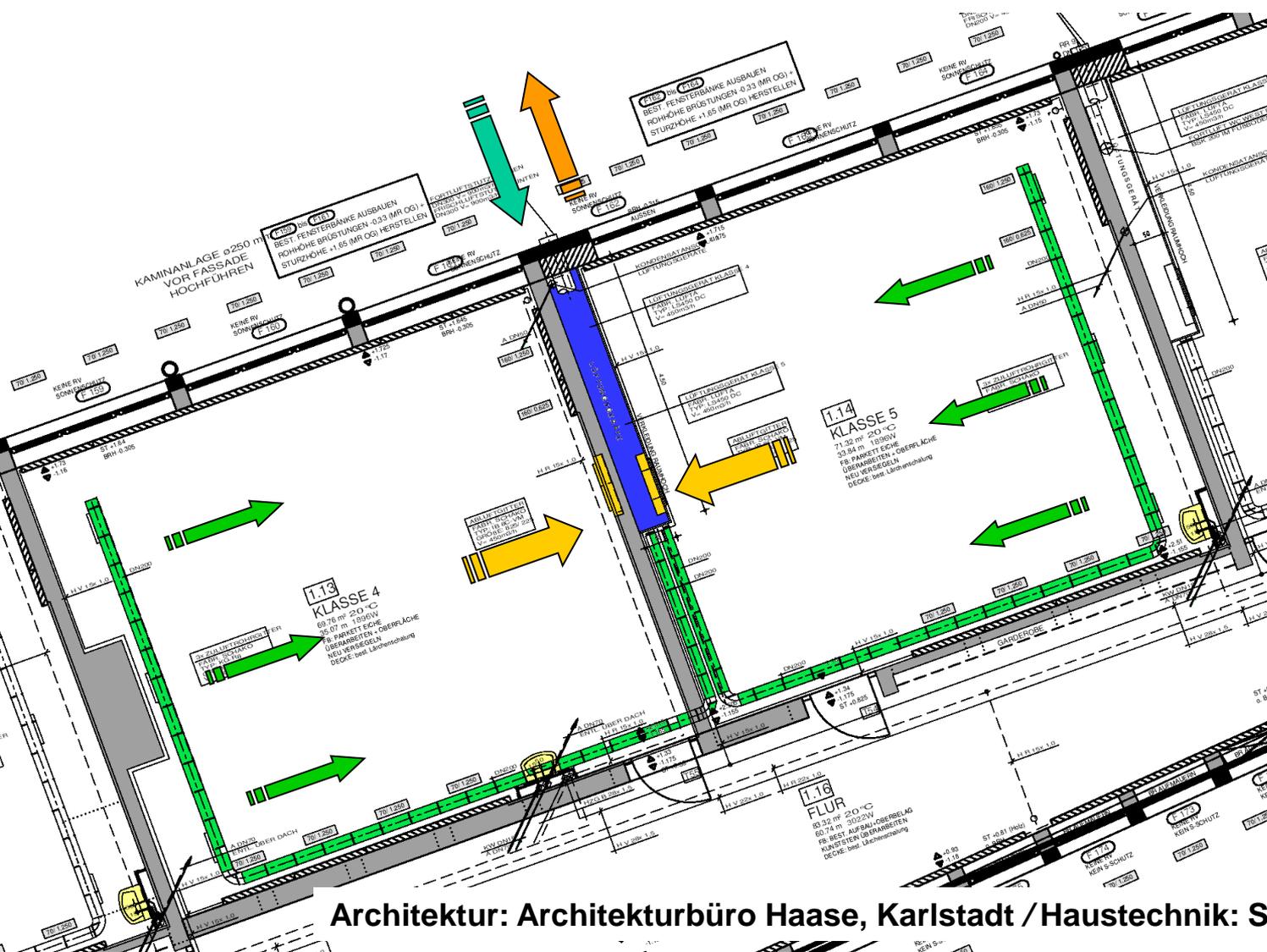
Foto: Architekturbüro Haase

**NGF: 3031m<sup>2</sup>**

**Architektur: Architekturbüro Haase, Karlstadt /**

**Haustechnik: Sebrantke, Heroldsbach**

# Generalsanierung der Grundschule in Baierstdorf: dezentrales Lüftungskonzept



- + Integrierbares Kanalnetz
- + keine Lüftungszentrale
- dezentrale Lüftungsgeräte und Anschlüsse
- Wartung (Filter)

Architektur: Architekturbüro Haase, Karlstadt / Haustechnik: Sebrantke, Heroldsbach



# Generalsanierung der Grundschule in Baierstdorf: dezentrales Lüftungskonzept

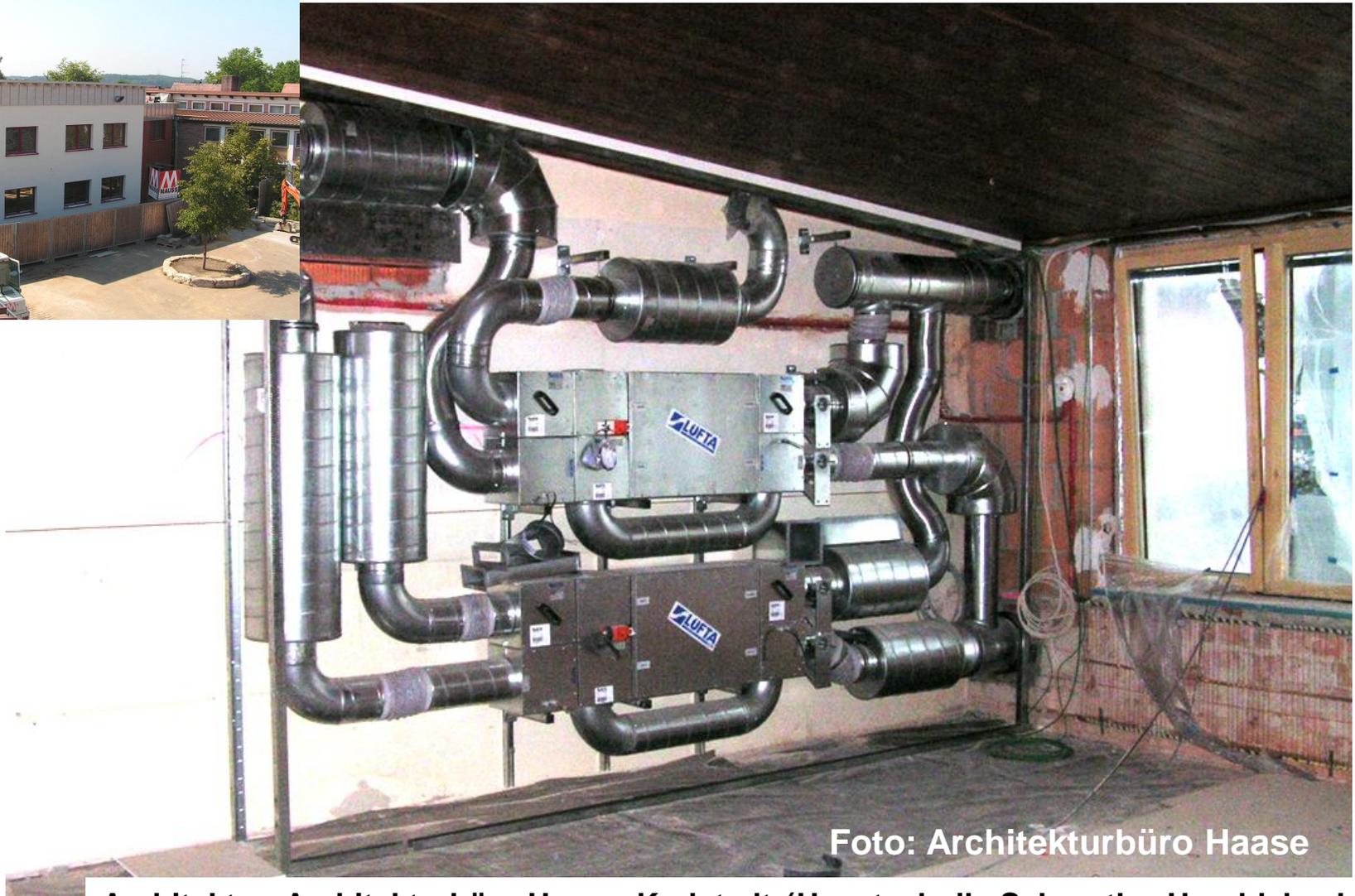


Foto: Architekturbüro Haase

Architektur: Architekturbüro Haase, Karlstadt / Haustechnik: Sebrantke, Heroldsbach

# Generalsanierung der Grundschule in Baierstdorf: gedämmte Fenster + Sonnenschutz



- **nicht Passivhaus-  
Qualität ( $U_w = 0.9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )**
- **Interessante Lösung  
für Modernisierungen**

Architektur: Architekturbüro Haase, Karlstadt / Haustechnik: Sebrantke, Heroldsbach

# Schulsanierung Schwanenstadt (A)

Schultyp: Gymnasium    Nettogrundfläche: 3300 m<sup>2</sup>

Bauweise: Massivbau +Holzfassade    Fertigstellung 2006

Architekten: Architekt DI Heinz Plöderl PAUAT Architekten

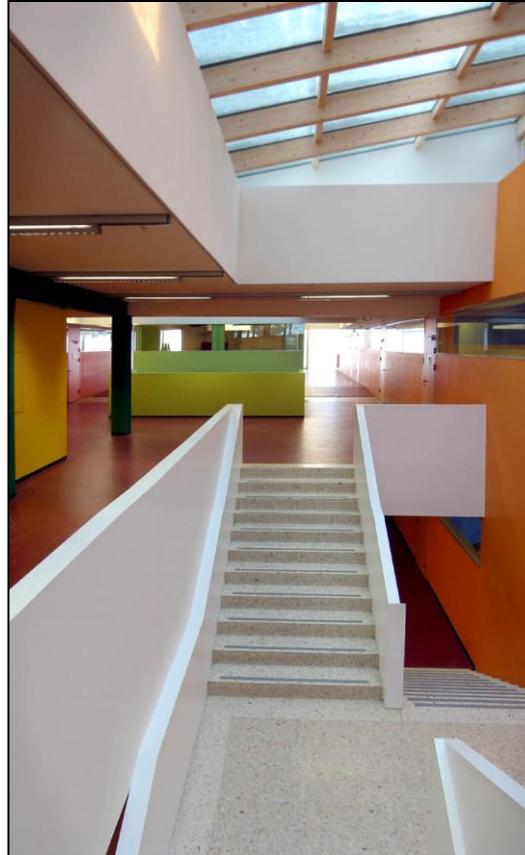


# Schulsanierung Schwanenstadt (A)

Schultyp: Hauptschule + polytechn. Schule    Nettogrundfläche: 3300 m<sup>2</sup>

Bauweise: Massivbau +Holzfassade    Fertigstellung 2006

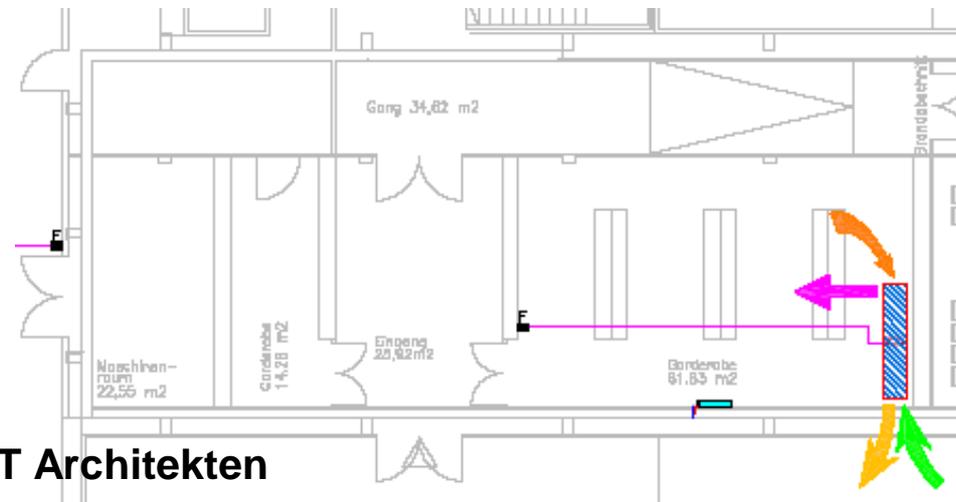
Architekten: Architekt DI Heinz Plöderl PAUAT Architekten



# Schulsanierung Schwanenstadt (A): dezentrale Deckengeräte



- hocheffiziente Wärmerückgewinnung
- Integration von Schalldämpfern und Luftein-/auslässen in das kompakte Lüftungsgerät
- bedarfsgerechte Steuerung

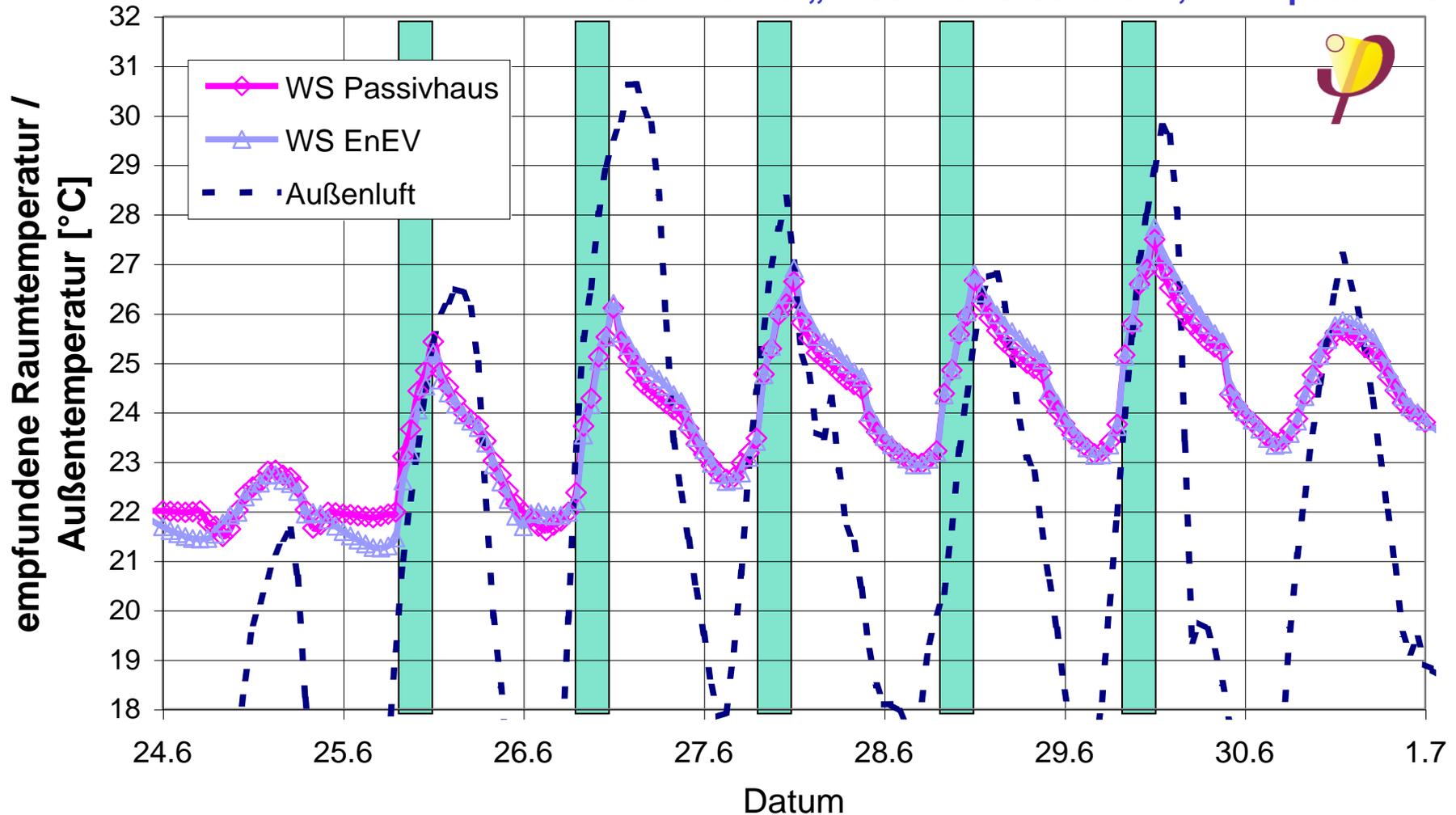


Architekten: Architekt DI Heinz Plöderl PAUAT Architekten

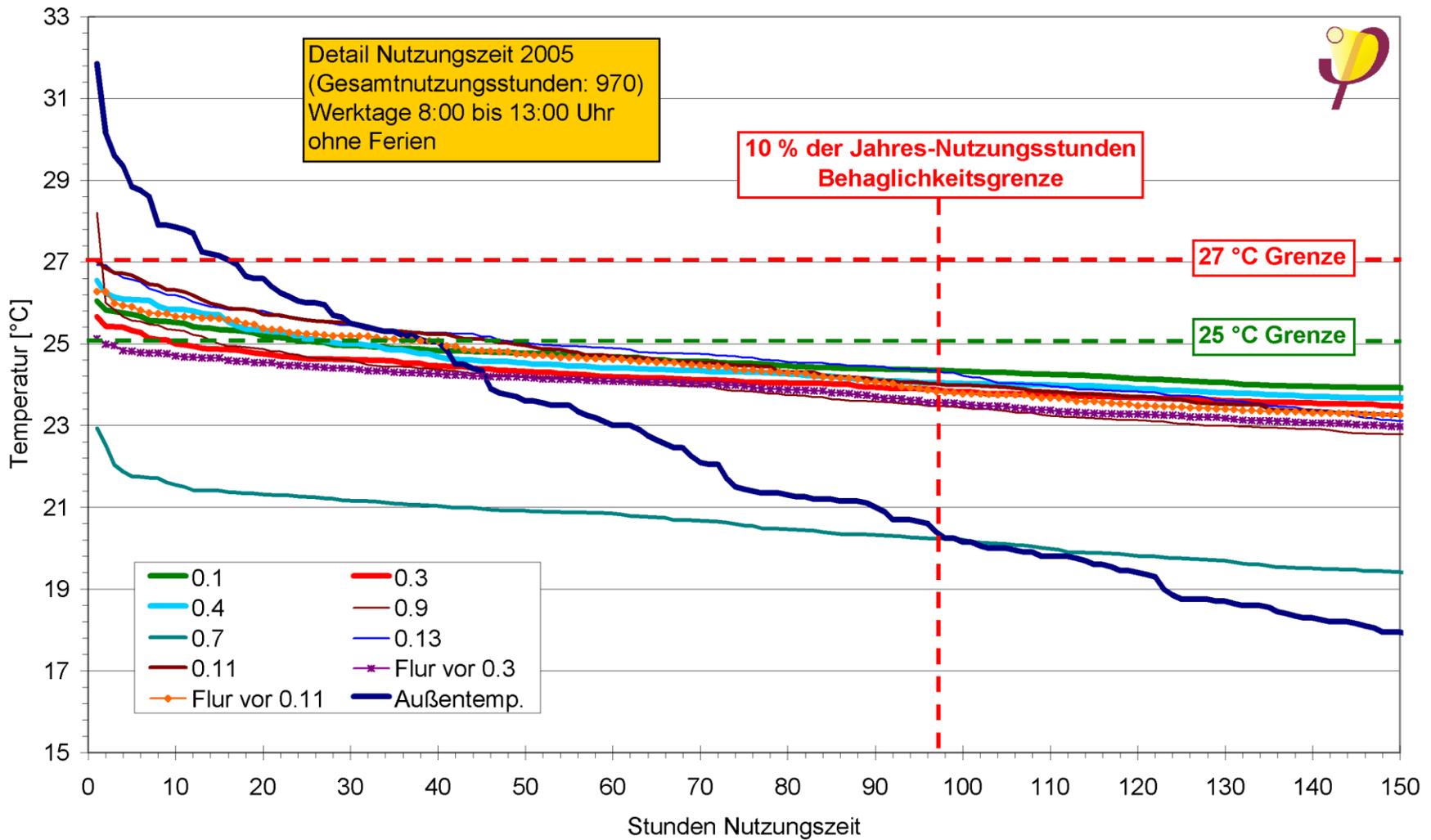


# Sommerliche Behaglichkeit in einem Klassenraum - Warme Sommerwoche

Protokollband „Passivhaus Schulen“, [www.passiv.de](http://www.passiv.de)



# Sommerliche Behaglichkeit (in Schulen) im Griff



Quelle: Passivhausschule Frankfurt Riedberg – Messtechnische Untersuchung, Passivhaus Institut

# Zusammenfassung



- **Schule als Passivhaus erprobtes Konzept**
- **Energieeinsparpotential durch Messungen bestätigt**
- **Passivhaus-Lüftung in Schulen verbessert die Lern- und Lehrbedingungen**
- **Behaglich auch im Sommer**
- **Passivhaus-Technik auch bei Modernisierung einsetzbar**
- **Literatur:** - Protokollband Passivhaus-Schulen, Passivhaus Institut  
- Passivhausschule Frankfurt Riedberg – Messtechnische Untersuchung, Passivhaus Institut  
- Leitfaden für energieeffiziente Bildungsgebäude im Neubau und bei der Modernisierung, Passivhaus Institut (Ende 2009)

