

Passivhaus-Standard und Lüftung in Schulen der Stadt Frankfurt



Rechtliche Vorgaben

- **EU-U-Parlament Aktionsplan P6_TA-PROV(2008)0033:**
... dass **alle neuen Gebäude**, ..., **ab 2011** nach Normen für **Passivhäuser** oder gleichwertigen Normen für Nichtwohngebäude gebaut werden müssen,
... dass der **Abriss von energiewirtschaftlich ineffizienten Gebäuden bei gleichzeitigem Neubau** von energiewirtschaftlich effizienten Gebäuden gelegentlich als Alternative zur Renovierung **gefördert werden** könnte
- **EU-Kommission (2008/0223 COD):**
Quoten **low+zero Emission in 2011** für den Gebäudebestand der Jahre **2015 +2020**, Vorbildfunktion öffentliche Hand
- **GB Regierungsbeschluss:**
PH wird Standard ab 2013, zero carbon standard ab 2016 (code level 6 for sustainable houses)

PH Beschlüsse, Frankfurt und mehr

- **Stadt Antwerpen, Stadt Leipzig, Stadt Wiesbaden, Stadt Aschaffenburg, Kreis Lippe, Stadt Wels (Au) u.a.: PH ist Standard**
- **Österreich Vorarlberg:**
Staatliche Zuschüsse nur für PH-Wohngebäude
- **Belgien/Flandern 2007/08:**
Entscheidung für den PH-Standard für neue Schulen, Minister und Parlament besichtigten vorher die Grundschule Riedberg

CDU: Passivhäuser sollen Standard werden

Frankfurt. Jochem Heumann, planungspolitischer Sprecher der CDU-Fraktion, macht sich für Passivhäuser stark. Sie seien wegen ihrer extremen Wärmedämmung geeignet, die Heizkosten um bis zu 80 Prozent zu senken. Im Fall von Mietobjekten verringerten sich die Mietnebenkosten, die oftmals als „zweite Miete“ bezeichnet werden, durch diese Bauweise deutlich. „Passivhäuser stellen die richtige Antwort auf die steigenden Energiekosten dar“, erläuterte Heumann. Die im Regelfall höheren Baukosten für diesen Haustyp könnten durch günstige Kredite der Kreditanstalt für Wiederaufbau und durch die eingesparten Heizkosten ausgeglichen werden. Im Stadtteil Riedberg wird zur Zeit die Wilhelm-Busch-

Schule im Passivhausstandard gebaut. „Die anfallenden Mehrkosten haben sich spätestens in 20 Jahren amortisiert,“ sagte Robert Lange, wohnungspolitischer Sprecher der CDU-Fraktion. Die ABG-Holding, als größte Wohnungsbaugesellschaft Frankfurts, habe bei einem Neubauvorhaben in der Gremppstraße in Bockenheim nachgewiesen, dass Passivhäuser bei intelligenter Planung zu gleichen Investitionskosten wie herkömmliche Neubauten errichtet werden könnten. Die CDU-Fraktion hat den Magistrat in seiner Eigenschaft als Gesellschafter städtischer Wohnungsbaugesellschaften aufgefordert, beim Neubau und Sanierungen von Wohnungen grundsätzlich den Passivhausstandard zu berücksichtigen. (tre)

Beschlussausfertigung aus der Stadtverordnetenversammlung der Stadt Frankfurt am 06.09.2007

- II. 1. Der Magistrat wird aufgefordert sicherzustellen, dass alle neuen Gebäude der Stadtverwaltung, städtische Einrichtungen und Eigenbetriebe sowie alle Gebäude, die im Rahmen von PPP-Modellen künftig für die Stadt Frankfurt errichtet werden, dem Passivhaus-Standard genügen und entsprechend konzeptioniert werden. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine dreißig Prozent bessere Energieeffizienz, als die EnEV verlangt.

2. Der Magistrat wird aufgefordert sicherzustellen, dass bei künftigen Sanierungen von Gebäuden der Stadtverwaltung, städtischen Einrichtungen und Eigenbetrieben sowie von Gebäuden, die die Stadt Frankfurt im Rahmen von PPP-Modellen nutzt, **Passivhaus-Komponenten eingesetzt werden** (Dämmung, Fenster, Lüftung mit Wärmerückgewinnung über 75 Prozent). **Der Passivhaus-Standard ist anzustreben. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen.** In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine dreißig Prozent bessere Energieeffizienz, als die EnEV verlangt.

Was ist eine Passivhaus-Schule?

Passivhauskriterium:

- Heizenergiebedarf $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ¹

Empfohlene Randbedingungen:

- Primärenergiebedarf $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$
- Energieeffizienz Lüftung: $\leq 0,45 \text{ Wh}/\text{m}^3$ ²
- Luftdichtigkeit: $\leq n_{50} < 0,6 /\text{h}$

1 Dazu kommen beim Verbrauch noch WW-Bedarf und Heizungsverluste mit ca. 15 – 20 kWh/m²

2 Dies bedingt einen Verbrauch von 2500 kWh/a bei einer Schullüftung von 8000 m³/h, damit ca. 500€/a

Was braucht eine Passivhaus-Schule?

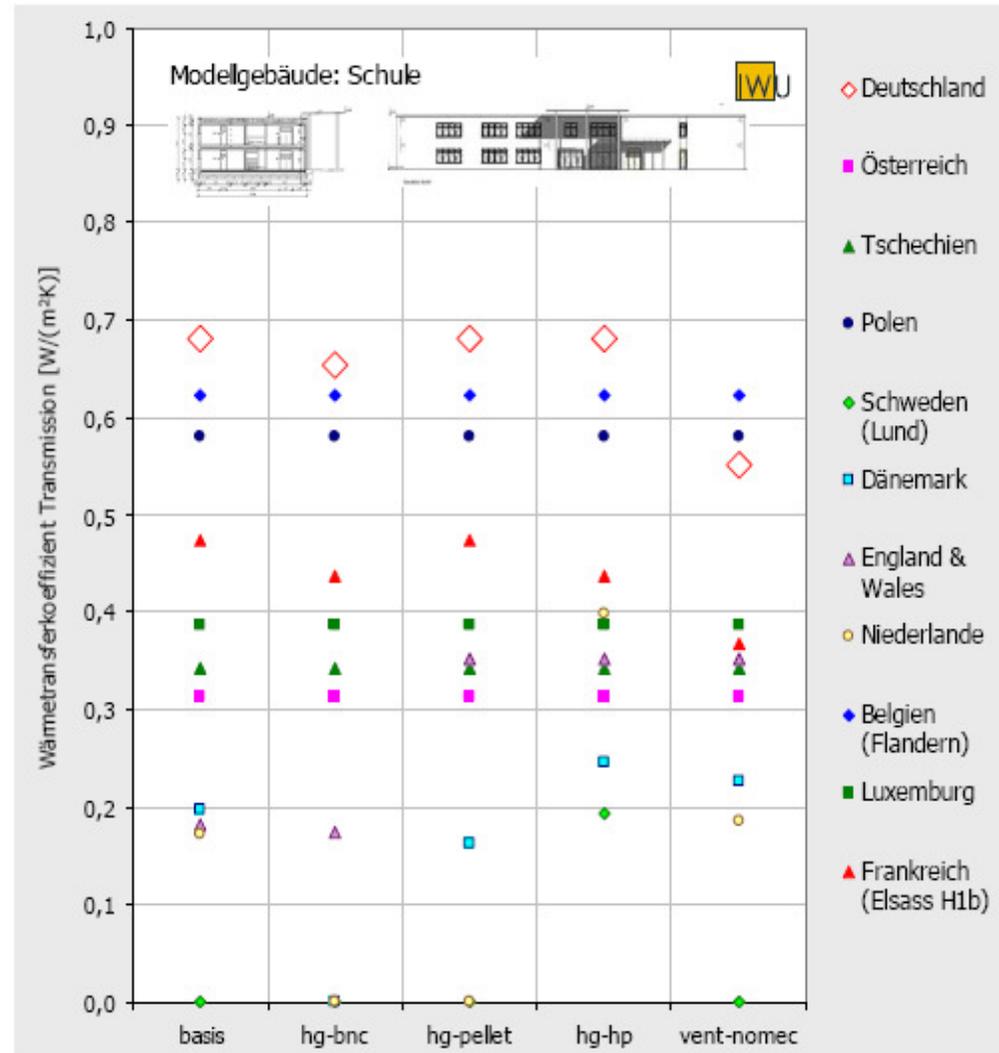
Dazu sind notwendig (gegenüber EnEV2004/07/Standard):

- **Verstärkte Dämmung** um 10-15 cm (25cm Wand, 35 cm Dach), U-Wert $< 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, Wärmebrückenverlust $< 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$
- **Dreischeibenverglasung mit besser gedämmtem Fensterrahmen** (U_w 0,8 statt 0,9 - 1,1 $\text{W/m}^2\text{K}$)
- **maschinelle Grundlüftung (20 m^3/Ph) mit WRG** auch für Klassenräume etc. neben den bisherigen Lüftungsanlagen (Turnhallen, Küche und Kantine)
- **Wärmerückgewinnung (trocken) $n_{\text{eff}} > 75\%$** , H1 max. nach DIN EN 13053, **Energieeffizienz SFP 1 oder 2** nach DIN 13779,
- **Luftdichte Ebene** (wie EnEV aber **sorgfältigere Ausführung**)
- **Erheblich kleinere Heizung** ((Faktor 5, $\sim 10 \text{ W/m}^2$)
- **weniger Regelung für Heizung und Lüftung**

Ergebnisse für das Modellgebäude 3 (Schule) – vereinfachter Wärmetransferkoeffizient Transmission



Energiesparrecht im mitteleuropäischen Vergleich – energetische Anforderungen an Neubauten



Leit(d)linien zum wirtschaftlichen Bauen 2009

Inhalt

- 4 **Zielsetzung und Gültigkeitsbereich**
- 5 **Typen von Leitlinien**
 - Typ A: Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen
 - Typ B: Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten
 - Typ C: Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten
- 6 **Umsetzung der Leitlinien**
- 7 **1 Baustoffe**
- 8 **2 Hochbau**
- 11 **3 Technik**
 - 11 3.1 Heizungstechnik
 - 13 3.2 Lüftungstechnik
 - 15 3.3 Klimatechnik
 - 15 3.4 Sanitärtechnik
 - 17 3.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte
 - 18 3.6 Maschinelle Anlagen
 - 19 3.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
 - 22 3.8 Kommunikationstechnik

Typen von Leitlinien

Gemäß der o.g. Aufgabenstellung ergeben sich 3 Typen von Leitlinien:

Typ A: Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

Hier werden nur die Magistrats-/Stadtverordnetenbeschlüsse und Normen aufgeführt, die in besonderer Weise der o.g. Zielsetzung dienen. Diese sind in jedem Fall umzusetzen. Diese Auflistung erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Beispiel: DIN 18024 Barrierefreies Bauen

Typ B: Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

Ein Teil der Leitlinien dient sowohl der Reduzierung der Investitionskosten als auch der Folgekosten. Diese sind im Sinne der Wirtschaftlichkeit auch gegen die Interessen der Planer (geringeres Honorar!) umzusetzen.

Beispiel: Begrenzung oder Reduzierung der Anschlussleistung von Beleuchtungsanlagen.

Typ C: Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

Einige Maßnahmen zur Minimierung der Folgekosten bedingen eine Erhöhung der Investitionskosten. Bei den Leitlinien Typ C amortisieren sich diese Mehrkosten jedoch in der Regel über die Lebensdauer.

Beispiel: Einsatz der Brennwerttechnik

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009

2 A. Hochbau, M- + StaVO-Beschlüsse, Normen,

- b) **Bei Sanierungen von städtischen Gebäuden sind Passivhauskomponenten einzusetzen (Dämmung, Fenster, Lüftung mit Wärmerückgewinnung > 75 %).**

Der Passivhausstandard ist anzustreben. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine 30 Prozent bessere Energieeffizienz, als die EnEV verlangt.

Es ist anzustreben, dies auch bei denkmal-geschützten Gebäuden – unter Wahrung der Denkmalbelange – zu erreichen (StVVB §2443 vom 06.09.2007).

In der Regel gilt: Außenwand $U \leq 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, Dach $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, Boden/Kellerdecke $U \leq 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, Innendämmung $U \leq 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, Fenster und Türen $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, Verglasung $U \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Bei WLG 035 ergeben sich daraus i.d.R. folgende Mindestdämmstoff-dicken: Außenwand $\geq 16 \text{ cm}$, Dach $\geq 25 \text{ cm}$, Boden/Kellerdecke: $\geq 10 \text{ cm}$, Innendämmung $\geq 10 \text{ cm}$).

- g) Bei größeren Schul- und KT-Sanierungen sowie Brandschutzsanierungen muss geprüft werden, ob anstehende energiesparende Maßnahmen mit umgesetzt werden können.
Beispielsweise muss beim Austausch von Fenstern die ungedämmte Fassade mit saniert werden (Energiespar-Offensive, 12 Punkte-Plan für Kitas und Schulen).

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009

2 B. Hochbau, Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

- a) Wirtschaftlich günstige **Kennzahlen** von BGF/HNF und BRI/HNF sind einzuhalten. Anzustreben sind die Orientierungswerte der Dienstanweisung Bau des Landes Hessen (für Schulen **BGF $\leq 1,75 \times$ HNF, BRI $\leq 6 \times$ HNF**).
- g) Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind ausreichende **Speichermassen an die Räume anzukoppeln** (z.B. Verzicht auf abgehängte Decken, Einbau massiver Innenwände und Latentwärmespeicher) **und entsprechende Auskühlmöglichkeiten (Nachtlüftung) vorzusehen. Dabei ist die Akustik zu beachten.** Notwendige Akustikelemente können hinterlüftet werden
- i) **Wegen der möglichen hohen Kosten sollte bei der Planung frühzeitig der vorbeugende Brandschutz eingeschaltet werden.** Durch geschickte Gestaltung können kostenintensive RWA, Brandschutzklappen, mit Überdruck belüftete Aufzugsvorräume oder motorisch betriebene, besonders im Schulbetrieb anfällige, Brandschutztüren vermieden werden.
- j) **Planungskonzepte, die die Gebäudetechnik und deren Steuerung minimieren, sind zu bevorzugen (LowTech zur Verringerung des Betriebs- und Wartungs-aufwandes).**

2 C. Hochbau, Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- b) Bei Neubauten und Komplett-**Sanierungen** ist die Dichtigkeit der Gebäudehülle **grundsätzlich durch einen Blower-door-Test nach EnEV nachzuweisen (für Passivhausbauweise $n50 \leq 0,6/h$, sonst $n50 \leq 1,0/h$).**

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009

3.1.2 Wärmeverteilung

- e) Die Beheizung von Räumen in Passivhausgebäuden und -kindertagesstätten mit Anforderung über 17 Grad soll in der Regel über je einen Heizkörper pro Raum erfolgen.

3.2 Lüftungstechnik

A. Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

- a) Insbesondere in Unterrichts- und Fachräumen sind die Schadstoffkonzentrationen unter den gesetzlichen Grenzwerten zu halten. Es sind entsprechende Lüftungskonzepte zu entwickeln. Lüftungsanlagen sind in der Regel nur als „einfache Lüftungsanlagen“ (THMC0 nach DIN 13779) auszuführen.

3.4 Sanitärtechnik

- j) Zur Legionellenprophylaxe sind in Duschen möglichst nur sog. Frischwasserstationen einzusetzen (siehe DST-Hinweis Nr. 17). Bei entfernten nur gelegentlich genutzten Duschen sind häufig Klein-Durchlauferhitzer (4-5 kW) wirtschaftlich.

Checkliste Leitlinien 2009

Liegenschaft	
Straße, Hausnummer	
Bauteil	
Maßnahme	
Gewerk	Lüftungs- / Klimatechnik

Legende: v = Leitlinie eingehalten, - = Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich, / = nicht zutreffend
nur die weißen Felder sind auszufüllen

1. Baustoffe		Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung s. Anlage
Nr.	Kriterium	Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok	
Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2008								
C.	Minimierung der Folgekosten							
e)	Konstruktion recyclinggerecht, leicht demontierbar							
3.2 Lüftungstechnik								
A.	Beschlüsse, Normen							
a1)	Luftqualität nach DIN EN 13779	IDA 4						
a2)	Anlagentyp nach DIN EN 13779	THM-C0						
b)	Wärmebereitstellungsgrad (trock. Luft)	> 75 %						
B.	Minimierung der Investitionskosten							
a)	Luftmenge minim. nach DIN EN 13779	5,5 l/P,s						
b)	Brandschutzklappen weitmöglichst vermieden							
C.	Minimierung der Folgekosten							
a1)	Effizienzklasse nach DIN EN 13779	<= SFP 2						
a2)	Druckverlust nach DIN EN 18599 A4-5	<= normal						
a3)	spezifischer Stromverbrauch	< 0,45 Wh/m³						
b)	Steuerung nach DIN EN 13779	>= IDA-C3						
c)	Grenzwert nach LEE 2000 eingehalten	< 3 kWh/m²a						
d)	> 200 W Drehzahlsteuerung und Direktantrieb							
e)	Anpassung an Nutzungsanforderungen							
f)	Bei Lüftung Aufheizung im Umluftbetrieb							
g)	Keine regenerative Wärmerückgewinnung							
h)	Keine Kompaktfilter							
i)	Therm. Isolierung / Wärmebrückenfakt.	<T3/TB3						
j)	Steuerung der Passivhauslüftung über Belegungsplan							
3.3 Klimatechnik								

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009

3.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte

- b) . . . Die installierte Leuchten Leistung wird gemäß DIN 18599 auf die erforderliche Nennbeleuchtungsstärke bezogen (Achtung: Programme wie Dialux beziehen nicht normgerecht auf Em!). **Der Grenzwert beträgt einschließlich Vorschaltgerät 2,5 W/m²100lx, der Zielwert 2 W/m²100lx.** Die Werte gelten für die Summe aus Grund- und (sofern vorhanden) Effektbeleuchtung. Daraus folgt z.B. für einen Klassenraum mit 300 lux ein Grenzwert von 7,5 W/m² und ein Zielwert von 6 W/m². Ein Standard-Klassenraum kann in der Regel mit acht einflammigen, effizienten, breitstrahlenden 36-Watt-Leuchten (davon zwei für die Tafel) ausreichend ausgeleuchtet werden.

3.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

3.7.1 Grundlagen

- a) Aus wirtschaftlichen Gründen ist es erforderlich, für Betriebsführung und Betriebsüberwachung ein offenes Regelungssystem zur Verfügung zu stellen. **Grundsätzlich sind daher alle Gewerke so zu planen, dass sie von einem gemeinsamen Prozessvisualisierungssystem (. . .) bedient werden können.** Damit soll eine zentrale Betriebsführung und Betriebsoptimierung ermöglicht und die Schulung des Betriebspersonals vereinfacht werden. Die genauen Vorgaben hierzu sind im Pflichtenheft GLT niedergelegt

Warum eine Schule in Passivhaus-Bauweise? Heizung

- In einer Passivhaus-Schule reicht die Wärme von 25 Schülern und einem Lehrer aus (2 kW), den Klassenraum in der Nutzungszeit ganzjährig ausreichend zu beheizen. Der Aufwand für die Dämmung ist daher gegenüber Passivhaus-Wohngebäuden geringer.
- Die Heizung erfolgt über kleine Heizkörper, die maschinelle Lüftung ist nur für die Frischluftzufuhr ohne aufwändige Steuerung. Denn in Schulen und Kitas ist die Heizung nur für die Aufheizphase notwendig.
- Kostengleichheit für die Varianten Luftheizung/ Heizkörper mit dem Vorteil Redundanz bei der Variante Heizkörper
- Kein Raumverlust durch Fenster-Heizkörper, eingesparte Baukosten wurden bisher nicht kalkuliert (ca. 2000-3000 €/Klassenraum)
- Die Steuerung vereinfacht sich, da z.B. Einzelraumregelung wegen der geringen Heizkosten nur für mehr Komfort sinnvoll ist.
- Eine Passivhaus-Schule ist gutmütig. Selbst bei Ausfall der Heizung über viele Tage entstehen keine unbehaglichen Raumtemperaturen solange die Nutzer jeden Tag in die Schule kommen.

Warum eine Schule in Passivhaus-Bauweise? Kosten - Planung

- Die Wirtschaftlichkeit wurde nachgewiesen (in mehreren Fällen über eine Gesamtkostenberechnung), die Mehrinvestitionen betragen 5-10% je nach Gebäudekonzeption.
- Der Barwert der Betriebskosteneinsparung (Energie, Wartung/ Instandhaltung) liegt in der Regel schon über den üblichen Mehrinvestitionen. Selbst in Ausnahmen decken die Einsparungen noch den Großteil der Mehrinvestitionen, bei erheblich höherem Immobilienwert.
- Die Heizkosten sind gegenüber einem Neubau auf 1/5, gegenüber dem Bestand auf 1/10 bis 1/20 reduziert, Heizkosten spielen keine Rolle mehr.
- Die Anforderungen von kostengünstiger Qualität nach Passivhaus-Standard fordert vom Architekten die Qualitäten eines Baumeisters mit kreativen Lösungsansätzen.
- Passivhaus-Bauweise verlangt gute Kenntnisse der Bauphysik und verlangt nach einfachen Lösungen. Besonders engagierte Planer sind auch bei dieser Aufgabe von Vorteil.

Beispiel zum Thema Mehrkosten



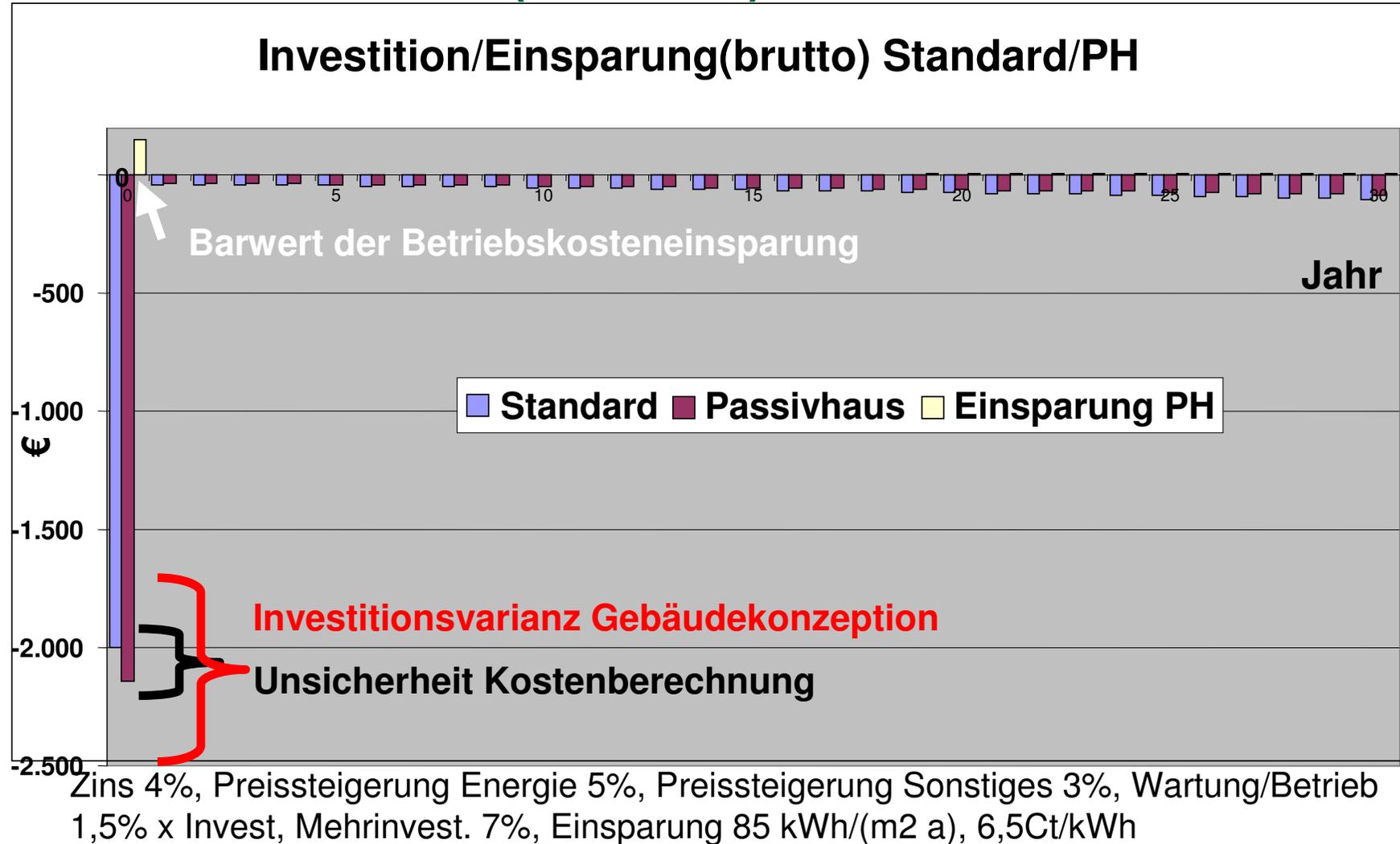
**3fach-Verglasung
OHNE Aufpreis**
vom 1. September bis 30. November 2008

Jetzt mit Internorm
3fach profitieren:

- weniger Heizkosten
- mehr Wohlfühl
- bessere Energiebilanz –
Ihr Beitrag zum Klimaschutz

Internorm®
Fenster – Licht und Leben

Relationen Investition/Einsparungen EnEV(Standard)/Passivhaus



„Wirtschaftlichkeit“ architektonischer Entwürfe

aus: ebök, Wirtschaftlichkeit energiesparenden Bauens, Heidelberg 2004)

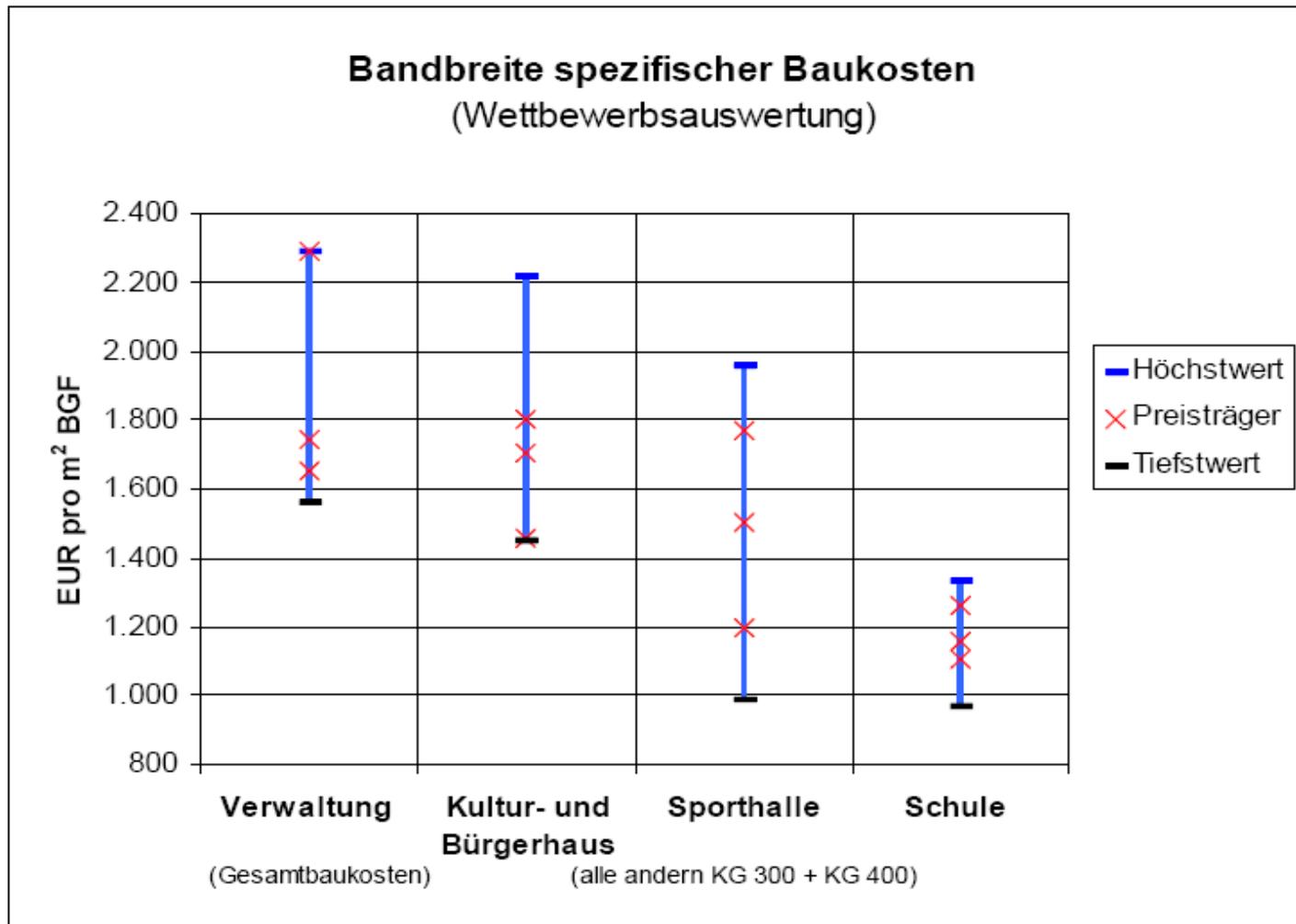


Abb. 5: Bandbreiten der Baukostenermittlungen aus drei Realisierungswettbewerben

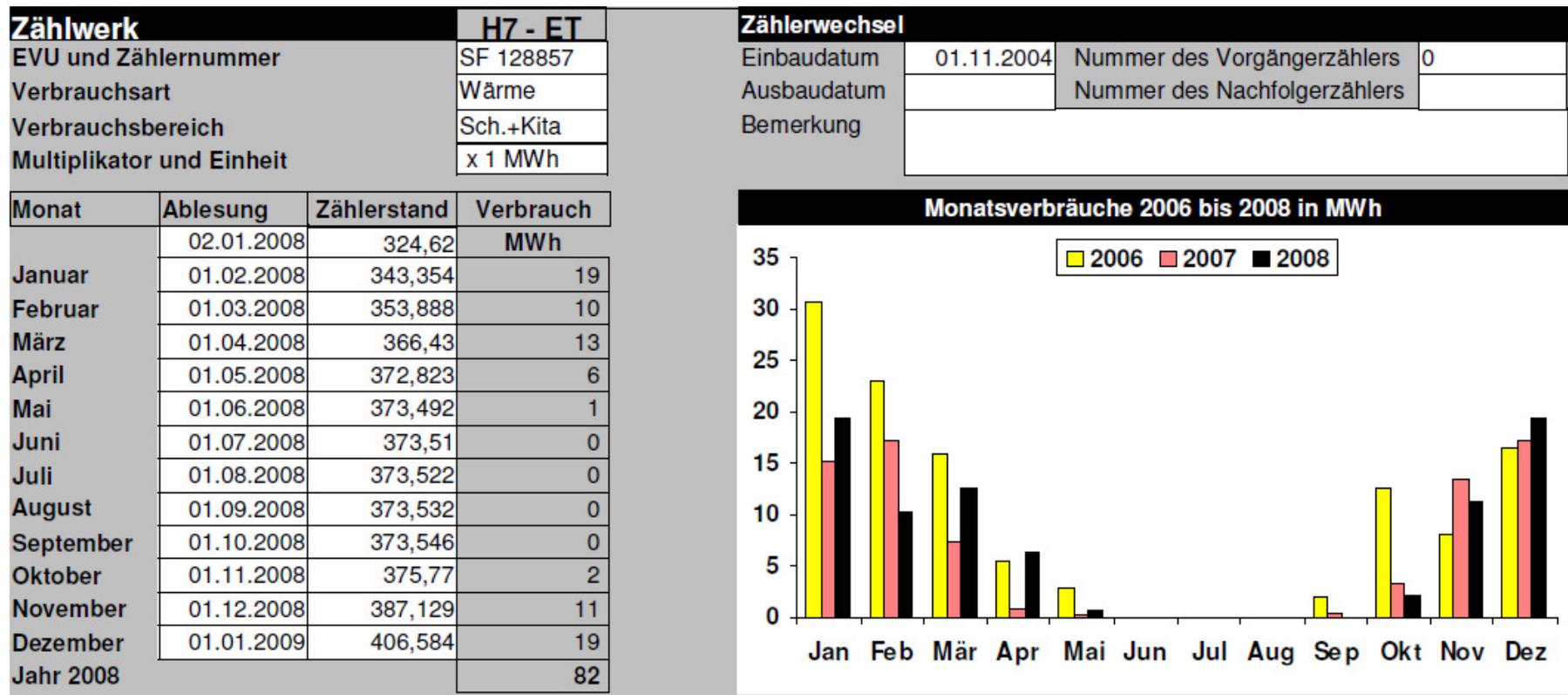
Mehrinvestition, Betrachtung zu EnEV 2004/7 – 30% (KfW 60/NEH-Standard), Grundschule Riedberg

Bauteil	netto	NK 18%	MWst	Bemerkung
Gründung	43.900	7.900	8.300	verlängerte Frostschrüzen mit Dämmung, Bodendämmung
Außenwand	124.800	22.500	23.600	2160 m ² , Dämmung 1,3€/cmm ² , erhöhte Fassadenstatik
Elementierte AW/Fenster	137.000	24.700	25.900	1780 m ² , PH-Verglasung 75-100€/m ²
abgehängte Decken	47.700	8.600	9.000	2560 m ²
Dach und Aufbauten	148.500	26.700	28.000	3600 m ²
Lüftung/Wärmeversorgung	156.700	28.200	29.600	3 Lüftungsanlagen mehr, weniger Aufwand statische Heizung, GLT, Heizungszentrale
Summe	658600	118.600	124.400	Ca. 900.000 €
Anteil			5,3 %	Von 16,7 Mio € Gesamtkosten brutto

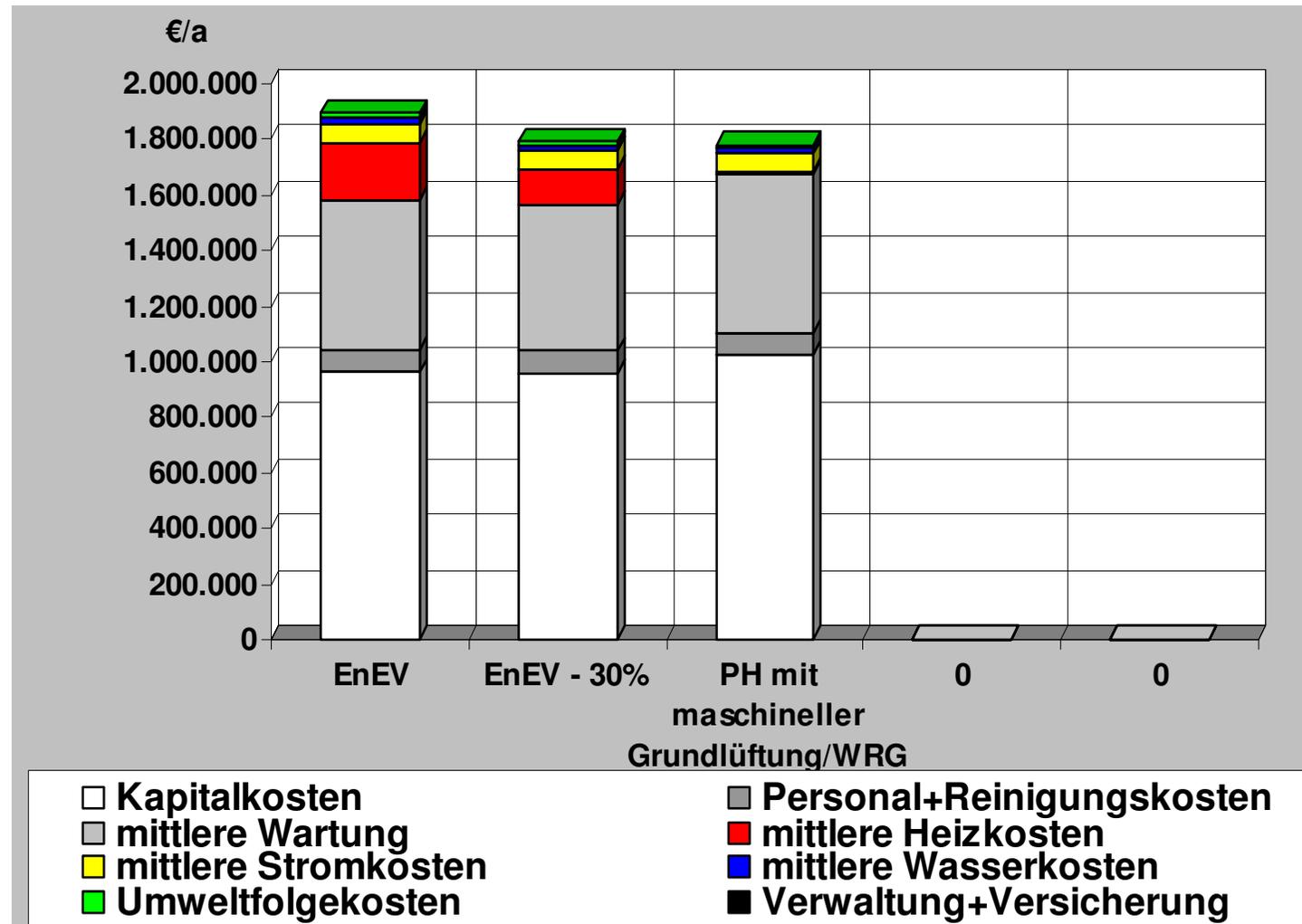
Weitere Daten siehe www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement Projekte

Grundschule Riedberg

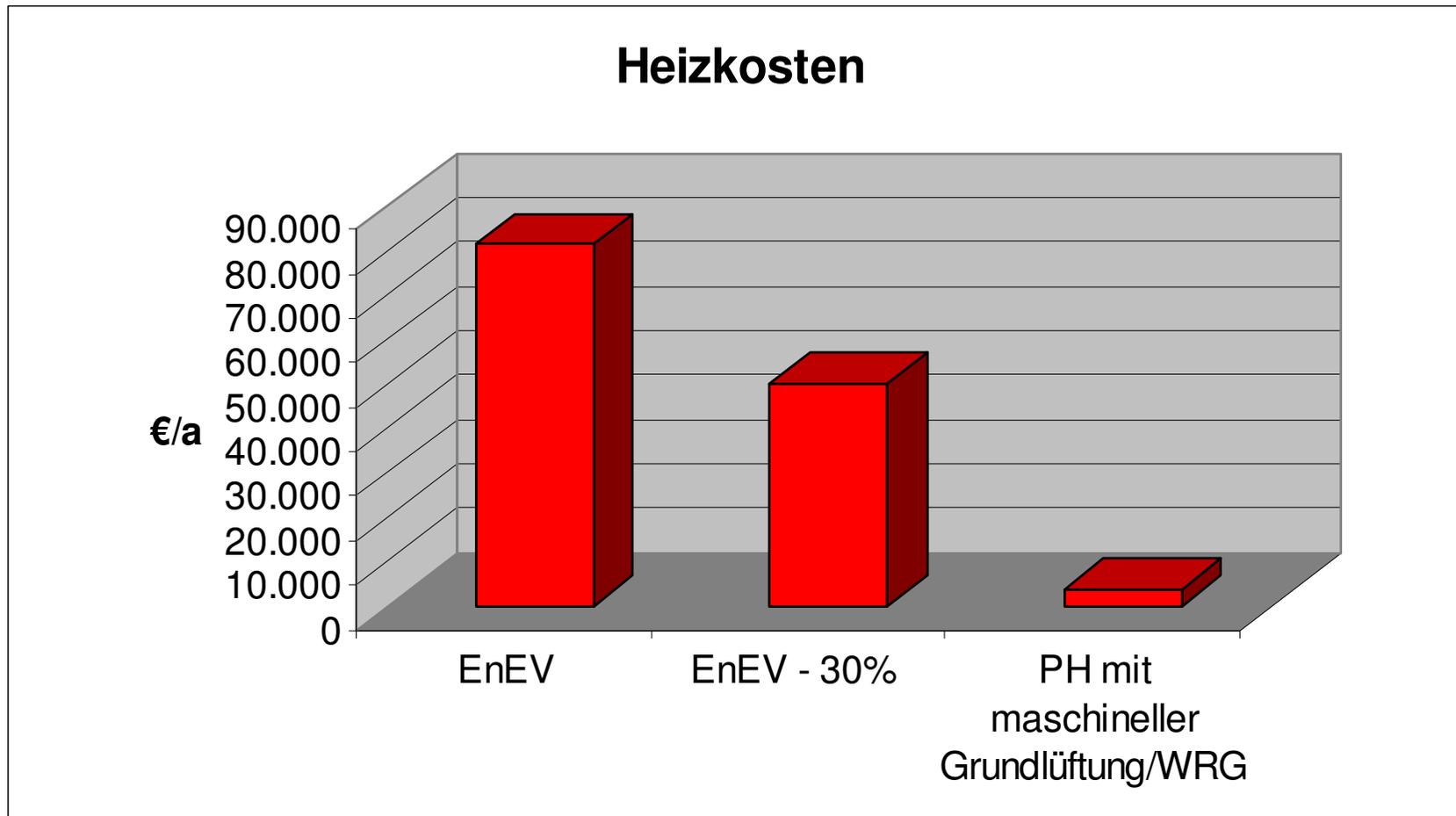
- **Heizwärmeverbrauch Schule und KT, EBF 5540 m²
2008: 14,9 kWh/m²**



Mittlere Gesamtkosten Passivhaus-Grundschule Preungesheim (über 40 Jahre mit Preissteigerung)



Gesamtkosten Passivhaus-Grundschule Preungesheim

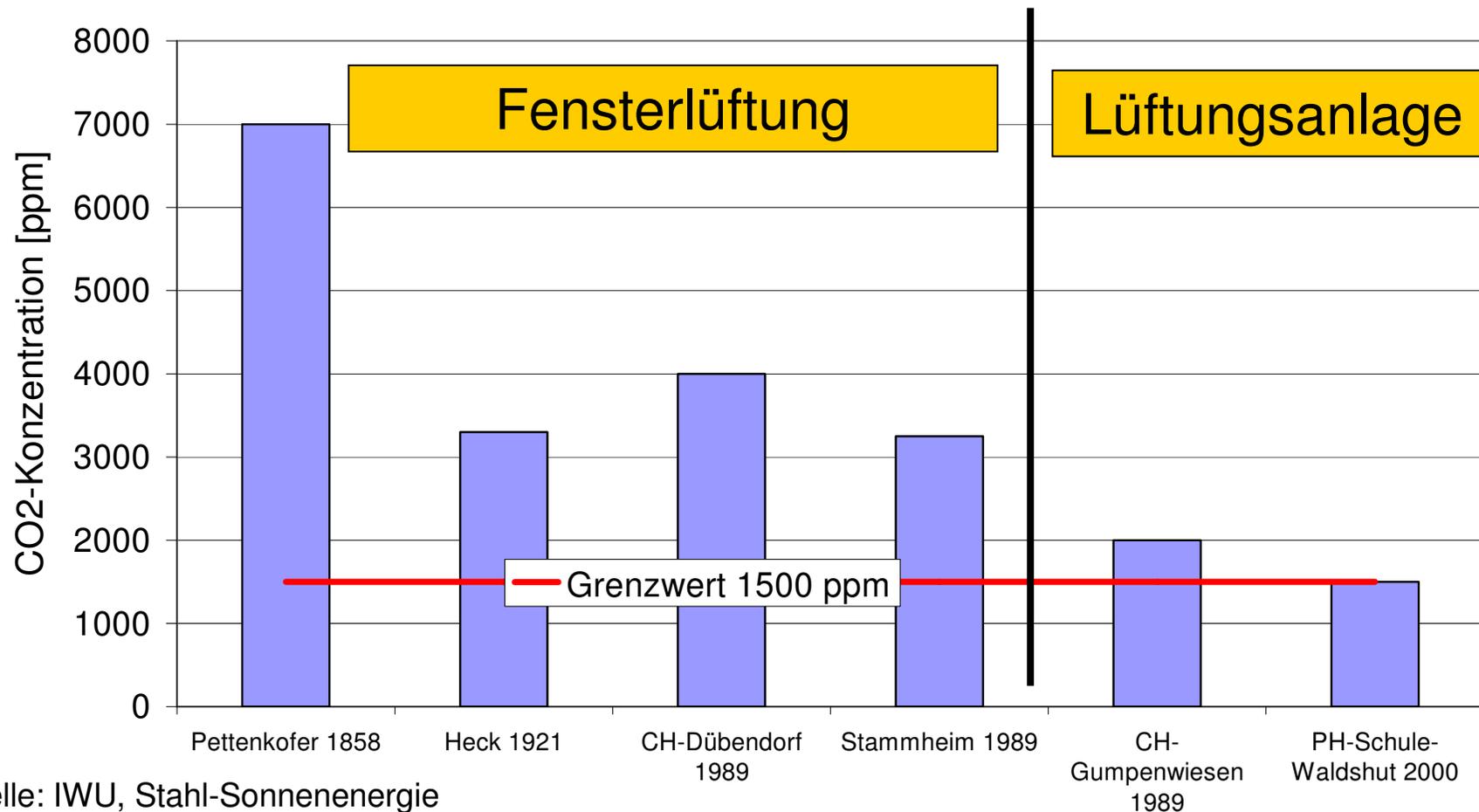


Warum Passivhaus-Bauweise? Maschinelle Lüftung

- Dauerhaft ausreichende Luftqualität und Luftfeuchte nach DIN (1500 ppm CO₂, >35%) wird durch die maschinell zugeführte Luftmenge von 20 m³/Person gewährleistet,
- Energieeffizienz der maschinellen Lüftung nach DIN 13779 SFP1 o. 2 ist wirtschaftlich und für Passivhäuser sinnvoll und wirtschaftlich.
- Zentralgeräte mit Plattenwärmetauscher ohne Umluft garantieren Keim- und Schadstofffreien Lüftungsbetrieb.
- Anforderungen der ASR an die Raumluftqualität werden erfüllt
- Allergene werden gefiltert und Feinstaub aus den Räumen abtransportiert
- Abschaltung der Lüftungsanlage außerhalb der kurzen Heizzeit ist üblich (Fensterlüftung)
- Die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit wird signifikant erhöht.

Raumluftqualität in Klassenräumen

CO₂-Messungen in Klassenräumen von 1858-2000



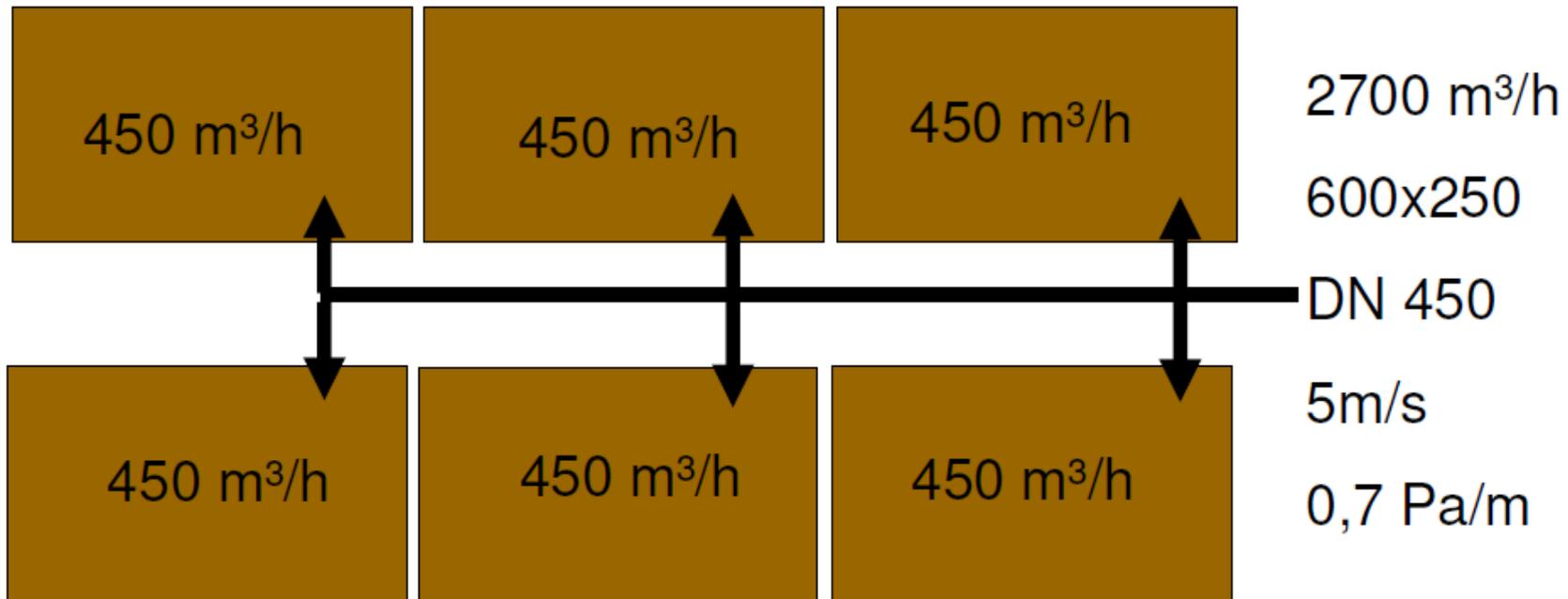
Kostengünstige Lüftungsanlage

- Lüftungsplaner und Architekt müssen die Planung abstimmen, die Lage der Zu- und Ablufträume und die Führung der Kanäle kann optimiert werden
- Eine zentrale Lüftungsanlage für eine Schule/Kita kostet ca. 100.000 € (+- 50.000€ je nach Größe)
- Die Anlage nur mit den für die vorgesehene Aufgabe notwendigen Komponenten planen (Frischlufte für Personen 20 m³/P, Geruchs- und Feuchteabfuhr, Heizen, Kühlen etc.)
- Zuluft nur für Personen, Abluft für Geruchs- und Feuchteabfuhr, Klimafunktionen wenn möglich und sinnvoll statisch
- Die Frischluftversorgung benötigt keine auf thermische Behaglichkeit abgestimmte Warmlufteinbringung und Steuerung
- Aufwand für Rauch- und Brandschutz reduzieren

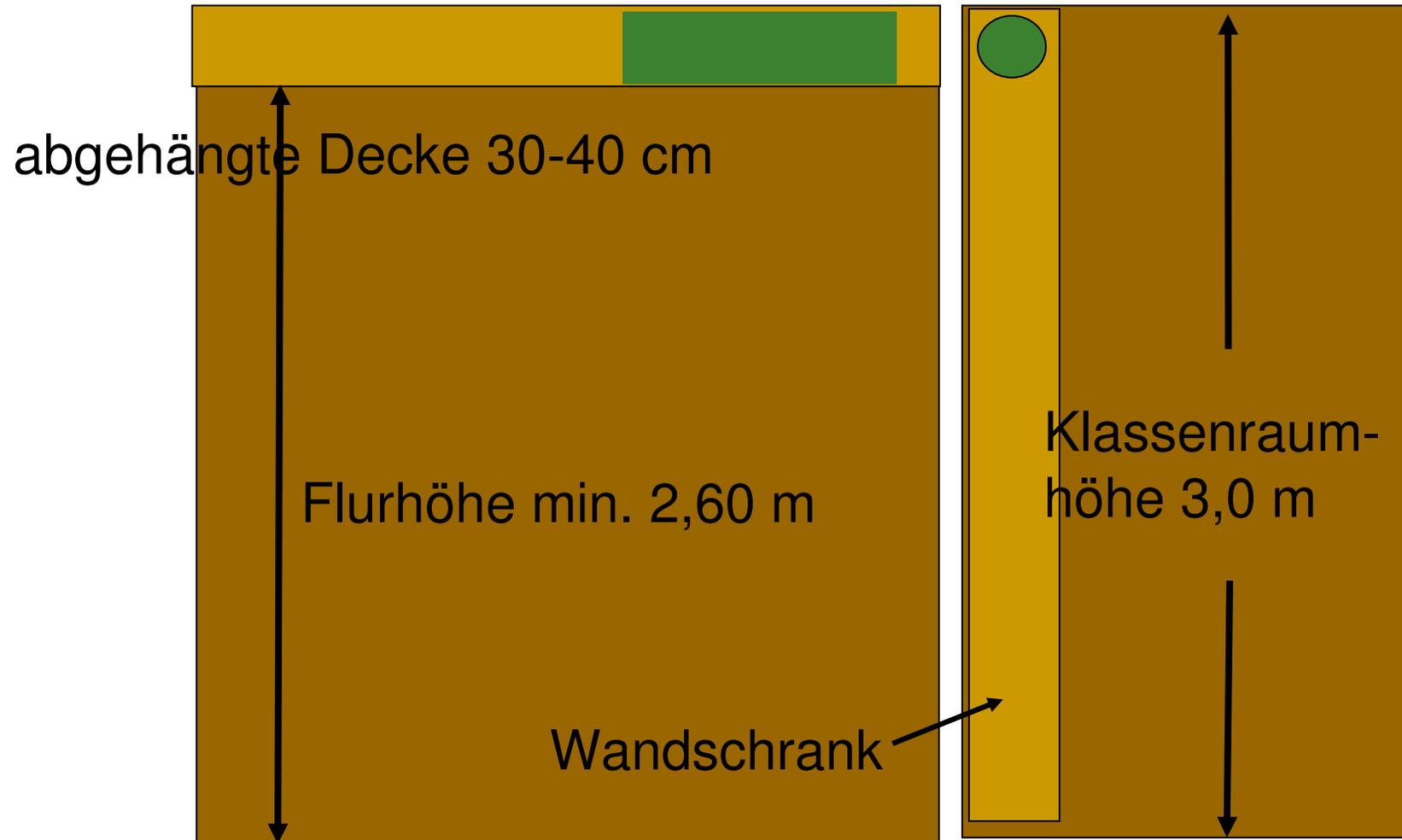
Strangauslegung bei Schulen, Dimensionierung

Beispiel: 6 Klassenräume

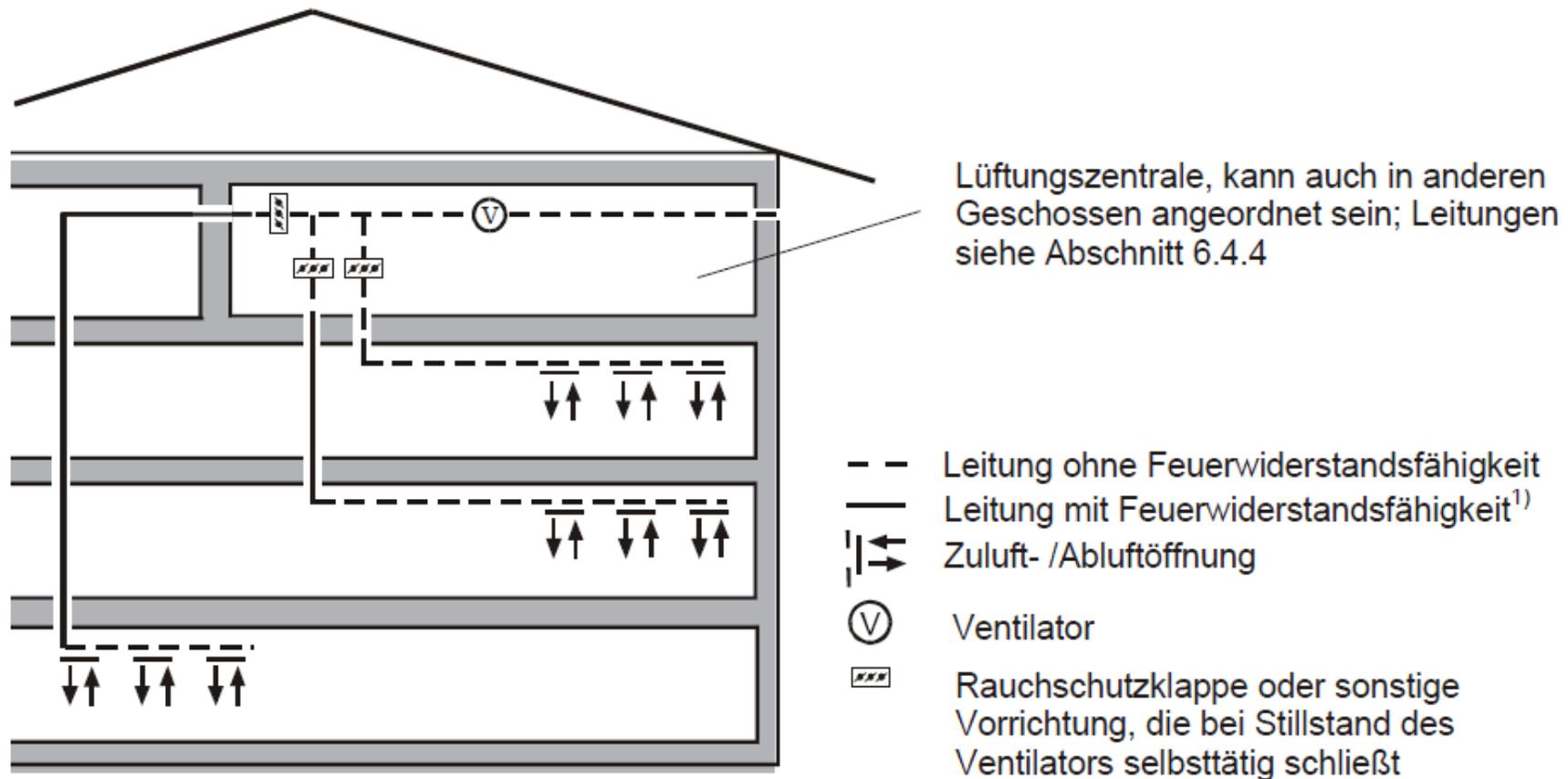
Rechteckkanal



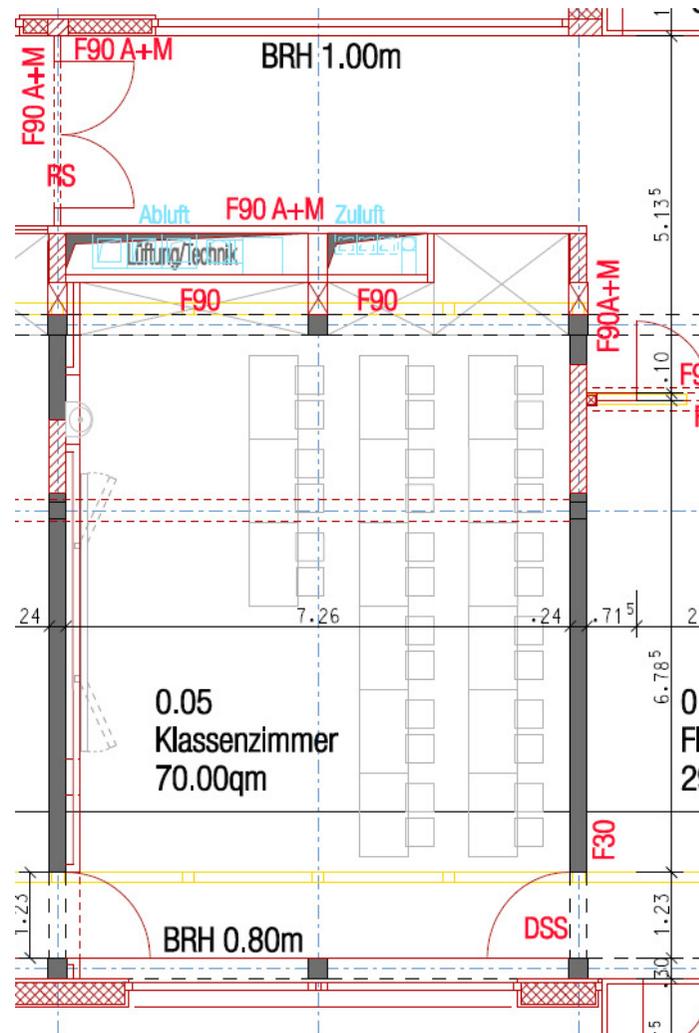
Möglichkeiten zur Integration der Lüftungskanäle in Flur und Klassenraum



Lüftungsanlagen mit getrennten Hauptleitungen und gemeinsamer Außenluft- oder Fortluftleitung mit Rauchschutzklappe



Beispiel Sanierung: einzelne Lüftungskanäle (4 Geschosse) Abluftkanäle mit Funktion freie Querströmung Fensterlüftung



Optimierung einer Frischluftanlage 1

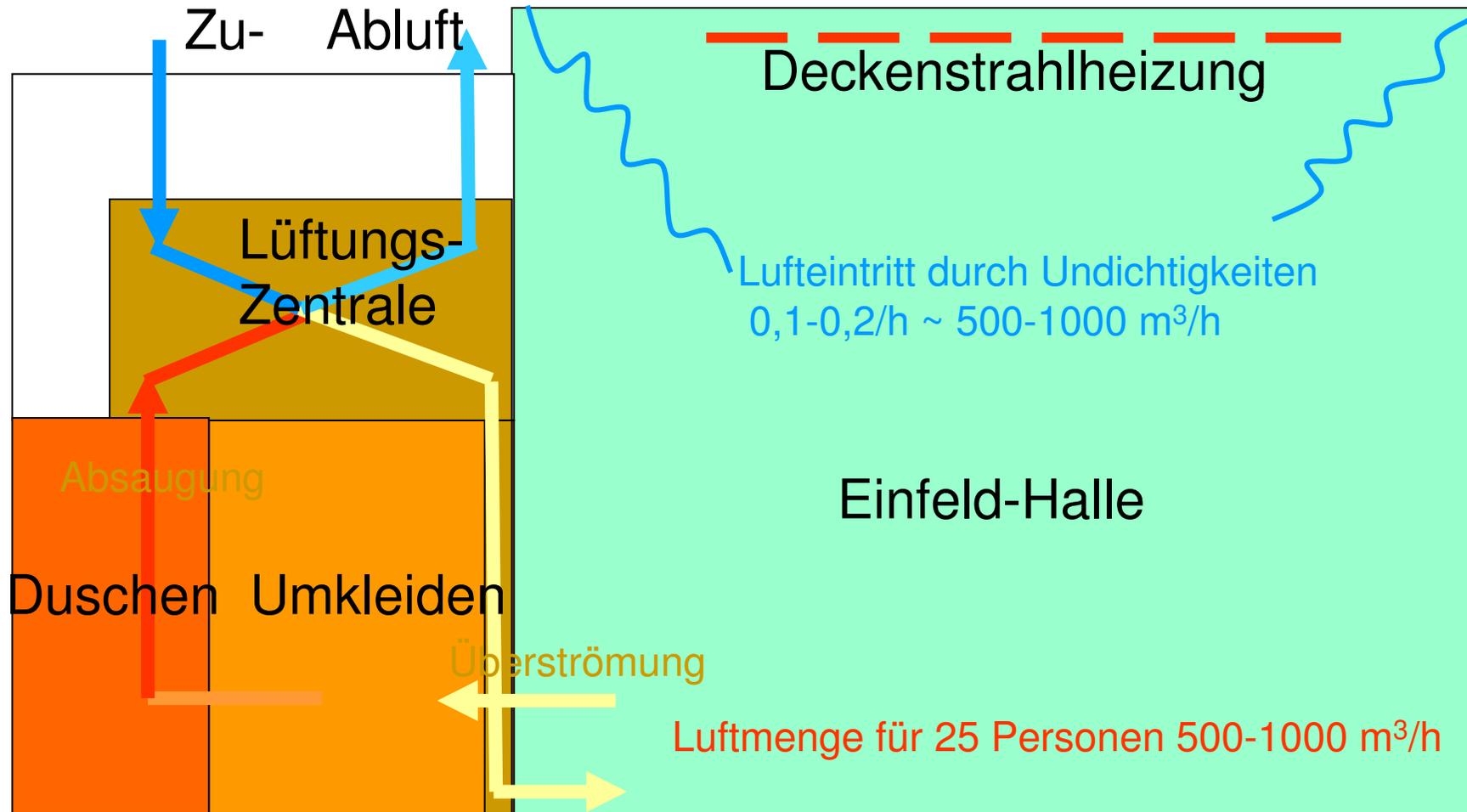
- Frischluftversorgung auf die mittlere Personenzahl im Gebäude auslegen (DIN 13779), Spitzen, wenn zulässig, über Fensterlüftung abfangen
- Zuluftführung möglichst nur dort, wo Frischluft benötigt wird (Personenbelegung)
- Konstant-Volumenstromregler mit Klappen vorsehen bei überwiegend konstantem Frischluftbedarf (Klassenräume, Gruppenräume, Büro)
- Bei mehreren Räumen für eine Gruppe (Kita) Überströmungen statt weitere Zuluftsysteme nutzen, optimierte Abluftabsaugung
- Gestuftes Zeitprogramm, 10 min an/aus, reicht für gelegentlich geringere Personenbelegung aus
- Variable Volumenstromregelung nur für gelegentlich oder sehr unterschiedlich belegte Räume mit relevantem Volumenstrom (>10%) vorsehen (Sonderklassen, Mensa, Aula, Mehrzweckräume)

Grundschule Riedberg, Klassenraum mit Lüftungsschlitz, Akustik-Decke und Pinnwand, effiziente Beleuchtung



Beispiel

Lüftung einer Sporthalle, Konzept Passivhaus-Turnhallen



BSK-RSK vermeiden Gründe

- Brandschutzklappen (BSK)-Rauchschutzklappen (RSK) verursachen Wartungskosten, ca. 20-50€/St. und Jahr
- BSK-RSK sind potentielle Fehlerursachen im BS-System
- Bei Fehlern im BS-System darf die Lüftung nicht laufen
- Die Zulassung für BSK und RSK ist derzeit unklar
- BSK, RSK müssen bei Störung auffahren, daher im Dachbereich vermeiden (Gewitter etc.)

BSK RSK, Schalldämpfer vermeiden Möglichkeiten

- Brandabschnitte und Flure als notwendige Fluchtwege reduzieren
- Lüftungskanäle weitestgehend ohne Kreuzung von Brandabschnitten und Fluchtwegen planen (ohne BSK/RSK)
- Lüftungskanäle so gering wie notwendig dimensionieren und deren Länge und Lage optimieren
- Lüftungskanäle in abgehängten Decken außerhalb der Fluchtwege führen
- Lüftungskanäle ggf. für jeden Abschnitt separat senkrecht bis ins Dach/Keller führen (Führung vertikal im Wand- statt horizontal im Deckenbereich)
- Notfalls für kurze Abschnitte Promatkanälen einbauen, wenn nicht anders möglich (Kreuzung von Fluchtwegen etc.)

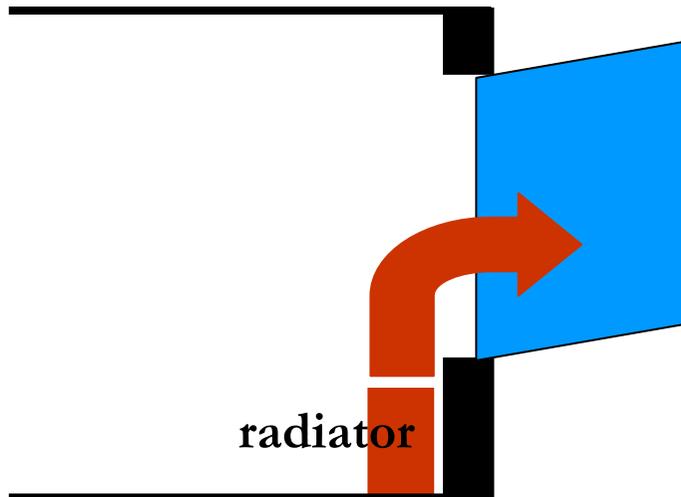
Warum Passivhaus-Bauweise? Fenster

- **Fenster können auch im Passivhaus im Winter geöffnet werden**
- Wärmeverluste durch Fensteröffnung im Passivhaus sind erheblich geringer als in einem Gebäude nach EnEV
- Nutzer schließt Fenster automatisch wegen der Auskühlung durch die fehlende Zulufterwärmung großer Fensterheizkörper
- Die PH-Fenster garantieren Behaglichkeit auch am Fenstersitzplatz
- Auslegung der offenbaren Fenster nach wie vor nach ASR etc. (0,1 – 0,3 m²/P für die Lüftung außerhalb der Heizzeit und bei Ausfall der Lüftungsanlage
- Der Aufwand für sommerlichen Wärmeschutz ist immer notwendig für Unterrichts-Gebäude mit hohem Verglasungsanteil, für ein Gebäude in PH-Qualität aber geringer.

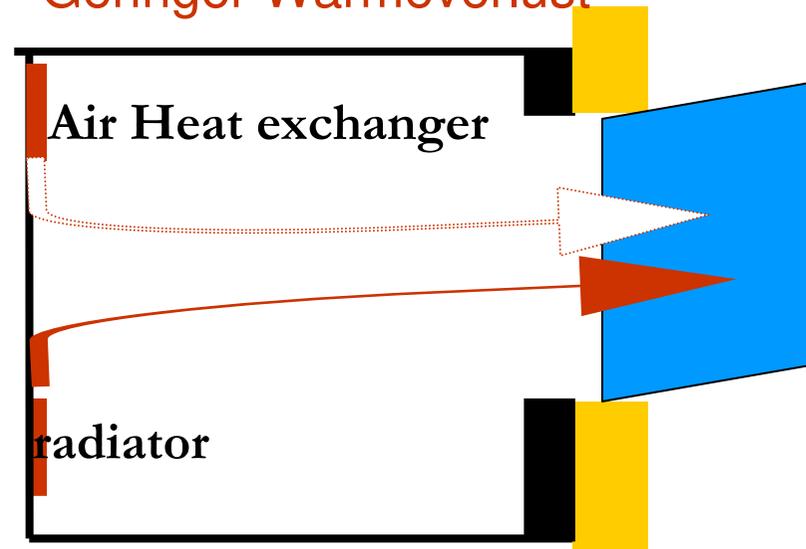
Nur im Passivhaus dürfen Sie im Winter die Fenster öffnen

EnEV-Standard Passivhaus

Großer Wärmeverlust



Geringer Wärmeverlust



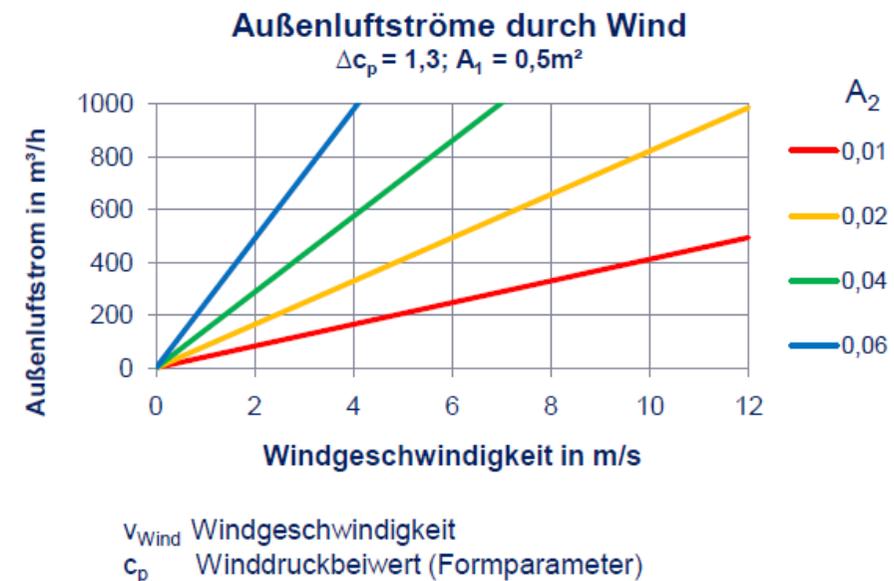
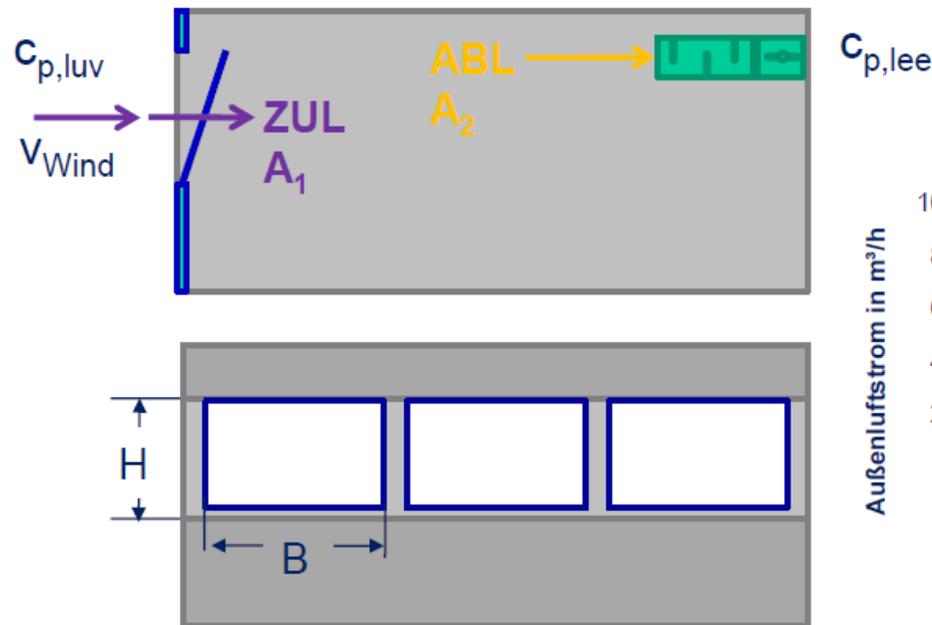
Beispiel PH-Fenster Denkmalschutz



Natürliche Lüftung, freier Querschnitt Fenster

- nur als Stoßlüftung geeignet
- Dauerlüftung nur mit geregelter Überströmklappe
- Überlagerung mit thermischer Lüftung, ab 2-3m/s dominiert Windeinfluss

$$\dot{V} = k_2 \cdot v_{Wind} \cdot \sqrt{\frac{c_{p,luv} - c_{p,lee}}{\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2}}}$$



Natürliche Lüftung Beispiel

- Auslegung nach ASR ist weiterhin zutreffend
- Freier Querschnitt Fensteröffnung (A_1): $0,1 \text{ m}^2/\text{Person}$ bei Querlüftung, $0,3$ ohne
- Bsp. Klassenraum:
Sommertag: A_1 3 m^2 , A_2 $0,06 \text{ m}^2$ ($dT < 5$ Grad, $v < 2 \text{ m/s}$, $500 \text{ m}^3/\text{h}$)
Sommernacht/**Nachtlüftung:** A_1 1 m^2 , A_2 $0,06 \text{ m}^2$ ($4 < dT < 10$ Grad, $v > 2-4 \text{ m/s}$, $600-800 \text{ m}^3/\text{h}$)
- **Gründerzeitgebäude: Alte Querlüftungsschächte** von $0,04$ bis $0,06 \text{ m}^2$ **vorhanden**, oftmals nur noch im Dach sichtbar

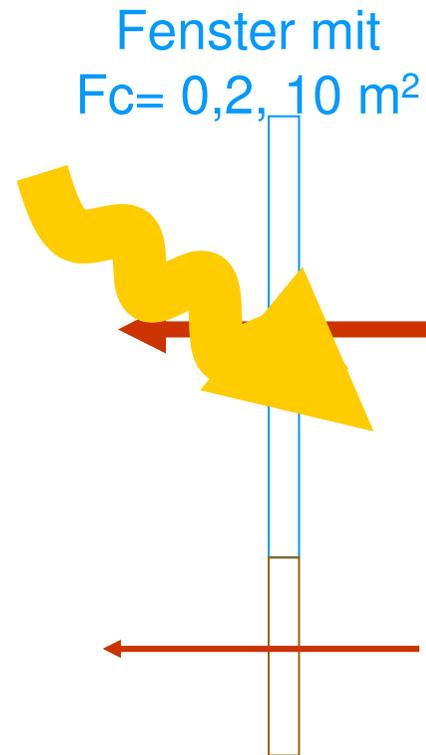
Sommerlicher Wärmeschutz in Schulen, eine besondere Herausforderung

- Fensterfläche optimieren (Tageslicht vs. sommerlicher Wärmeschutz)
- Fenstersturz minimieren, Brüstung vorsehen, um weitestgehend auf künstliche Beleuchtung auch in der Raumtiefe zu verzichten
- Außenjalousien automatisch gesteuert, mit Schlüsselschalter begrenzt manuell übersteuerbar, 1/3 - 2/3 Stellung für Tageslicht
- Innere Lasten reduzieren (energieeffiziente Ausstattung)

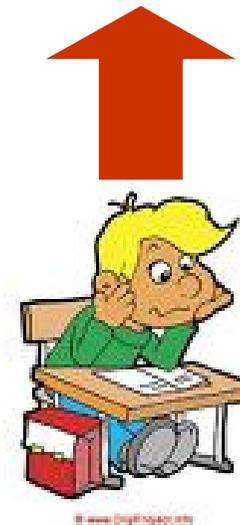
Sommerlicher Wärmeschutz in Schulen, eine besondere Herausforderung

- Die Wärmegewinne in der Nutzungszeit betragen $\sim 4 \times 7 = 28$ kWh.
- Die Randbedingungen sommerlicher Wärmeschutz der DIN 4108 T2 werden überschritten (interne Lasten/Nutzer > 144 Wh/m²d).
- Speichermassen (Decke, Boden) müssen die Wärmegewinne zwischenspeichern und nachts abgeben können.
- Die Transmissionsverluste nachts sind im Vergleich marginal
EnEV/PH $\sim 0,3 \times 10 = 3$ kWh
- Die gespeicherte Wärme muss über Nachtlüftkühlung abtransportiert werden. Nachtlüftungsklappen stellen dafür eine einfachere Technik dar.
- Die mechanische Lüftung ist auch im Passivhaus wegen mangelnder Kapazität nicht ausreichend und nicht zuverlässig genug.

Sommerlicher Wärmeschutz auch im Passivhaus



25 – 30 Kinder mit
je 80 W



Brüstung/Außenwand
 10 m^2

Klassenraum 60 m^2

P = 2 kW

+

P = 2 kW

Bsp. Nachtluftklappe



Beleuchtung nach Frankfurter Leitlinien

www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement/pdf/Leitlinie-wirtschaftliches-Bauen.pdf




GREENLIGHT

WINNER OF THE
GREENLIGHT
PARTNER AWARD 2006

COMPANY
Stadt Frankfurt am Main Hochbauamt (Germany)

The European GreenLight Programme
A pollution prevention initiative promoted by
the European Commission, where organisations
commit to reducing energy consumption in lighting

EUROPEAN COMMISSION 

PAOLO BERTOLDI
GreenLight Manager 

Frankfurt, 26 April 2006



Ansicht Haupteingang NO



Ansicht Schulhof



Mehr Beispiele

- PH-Fabriken
- PH Bürogebäude
- PH Pflegeheime
- PH Polizeistation
- PH Kirche
- PH Hotel
- PH (Turn-)Ha



- Weitere Beispiel:
www.passivhausprojekte.de/projekte.php

Energieeffiziente Sanierung ist Architektur und Bauleitung mit einer Anforderung

- an die Erfahrung
- an die Adaption der Aufgabe
- an die Ausführungsqualität und die Details

um

- günstige Baukosten
- geringste Heizkosten, energieautarken Betrieb
- guten Komfort und Raumqualität
- gute Leistungsfähigkeit der Nutzer

zu erreichen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

