

## MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Gebäude vor Sanierung

Hauptschule errichtet: 1967 - 69

Beheizte Grundfläche: 2936 m<sup>2</sup>

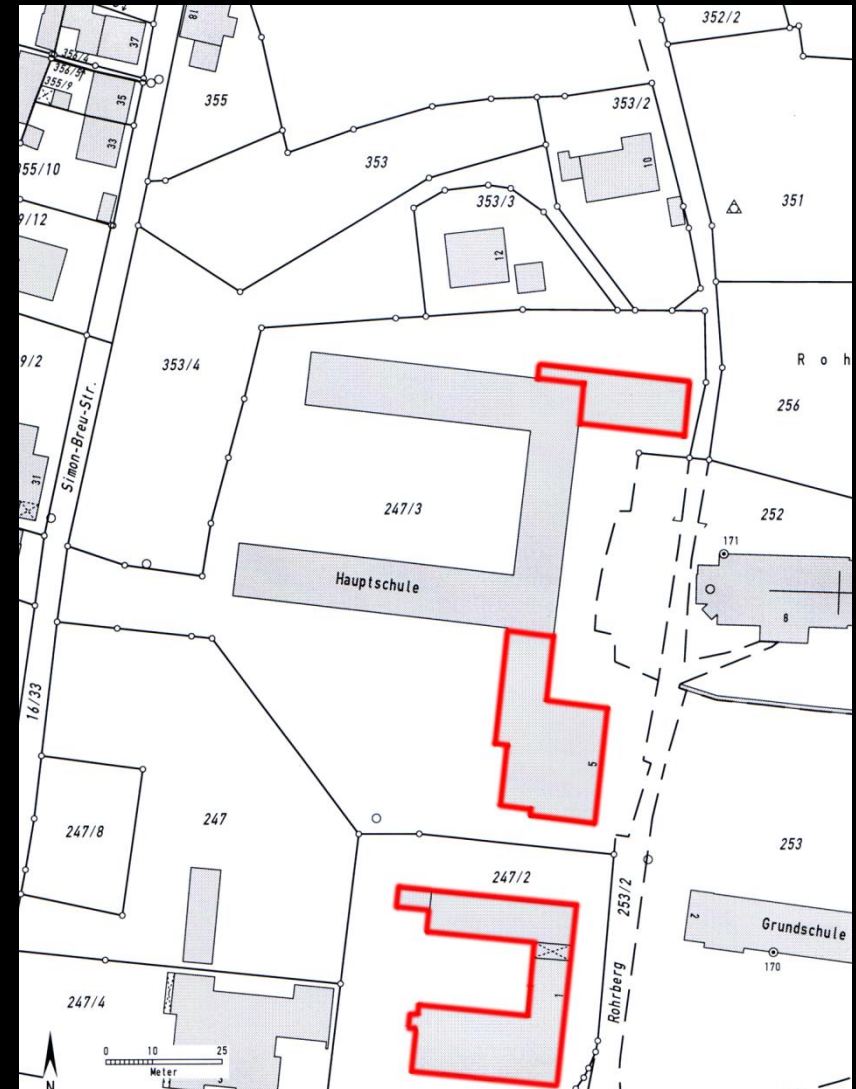
Schülerzahl: 290

Heizenergiebedarf: 1.086.671 kWh/a

Heizenergiebedarf/m<sup>2</sup>: 370 kWh/m<sup>2</sup>a

Wärmeerzeugung: Ölkessel 580 kW

## Unzureichende Unterhaltsmaßnahmen



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard



Haupteingang



Pausenhof



Südfassade Bauteil B



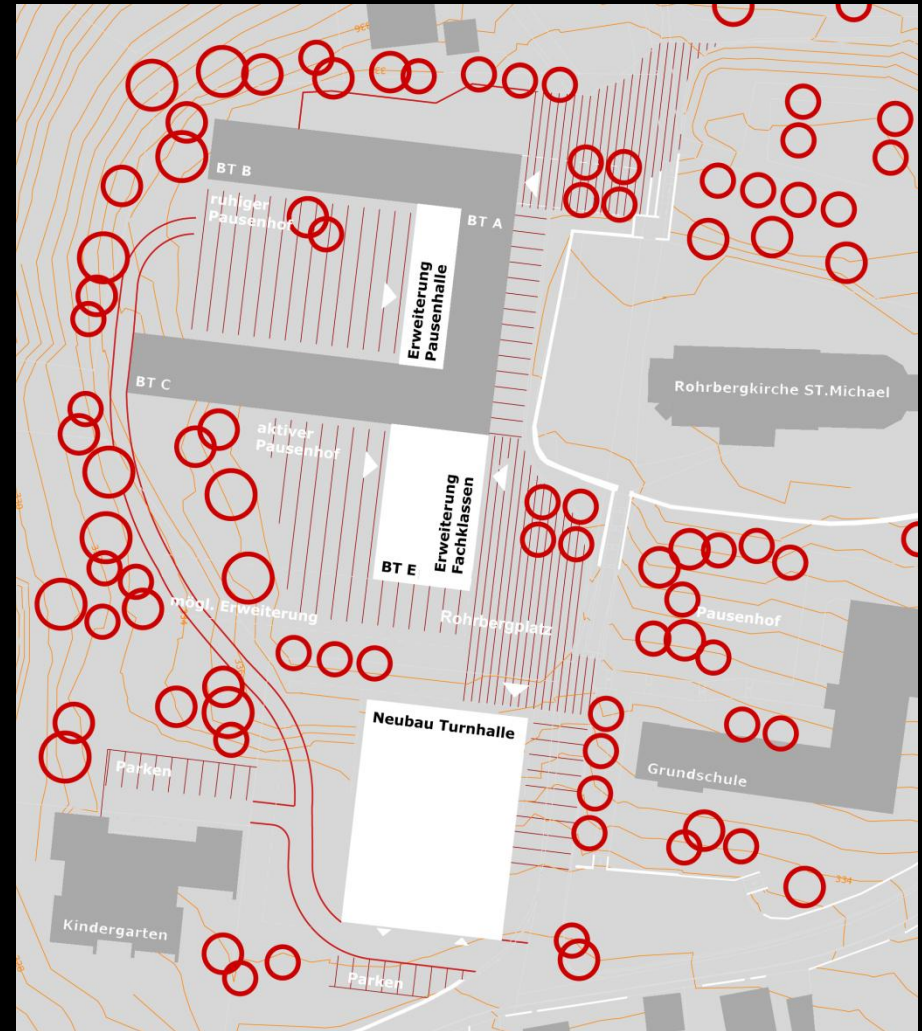
Nordfassade Bauteil D und B



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Maßnahmen

- Abbruch Einfachturnhalle mit Umkleiden
- Abbruch NO-Trakt wg. zu hoher Sanierungskosten
- Anbau Aula im Innenhof im PH-Standard
- Neubau Fachklassentrakt im PH-Standard
- Generalsanierung des verbleibenden Bestands zum Passivhaus-Standard
- 4 Bauabschnitte, 2009 – 2012, BT A u. E gleichzeitig
- Neubau der Zweifachturnhalle EnEV 2007 - 40%
- Erneuerung aller Außenanlagen
- Anlage eines zentralen Platzes



## Warum Sanierung zum Passivhaus ?

### Klimaschutzziele Kyotoprotokoll:

50% CO<sub>2</sub>-Reduktion weltweit, d. h.:

80% CO<sub>2</sub>-Reduktion in Deutschland  
(s. folgende Folie)

### Dena-Modellprojekt „Niedrigenergiehaus im Bestand bei Schulen“

Förderung: 550 €/m<sup>2</sup> NF; Zinssatz 1,05%;  
Gesamtkredit: 2.240.700,- €



Grusel-Schocker mit Ansage.

– Karikatur: Rulle



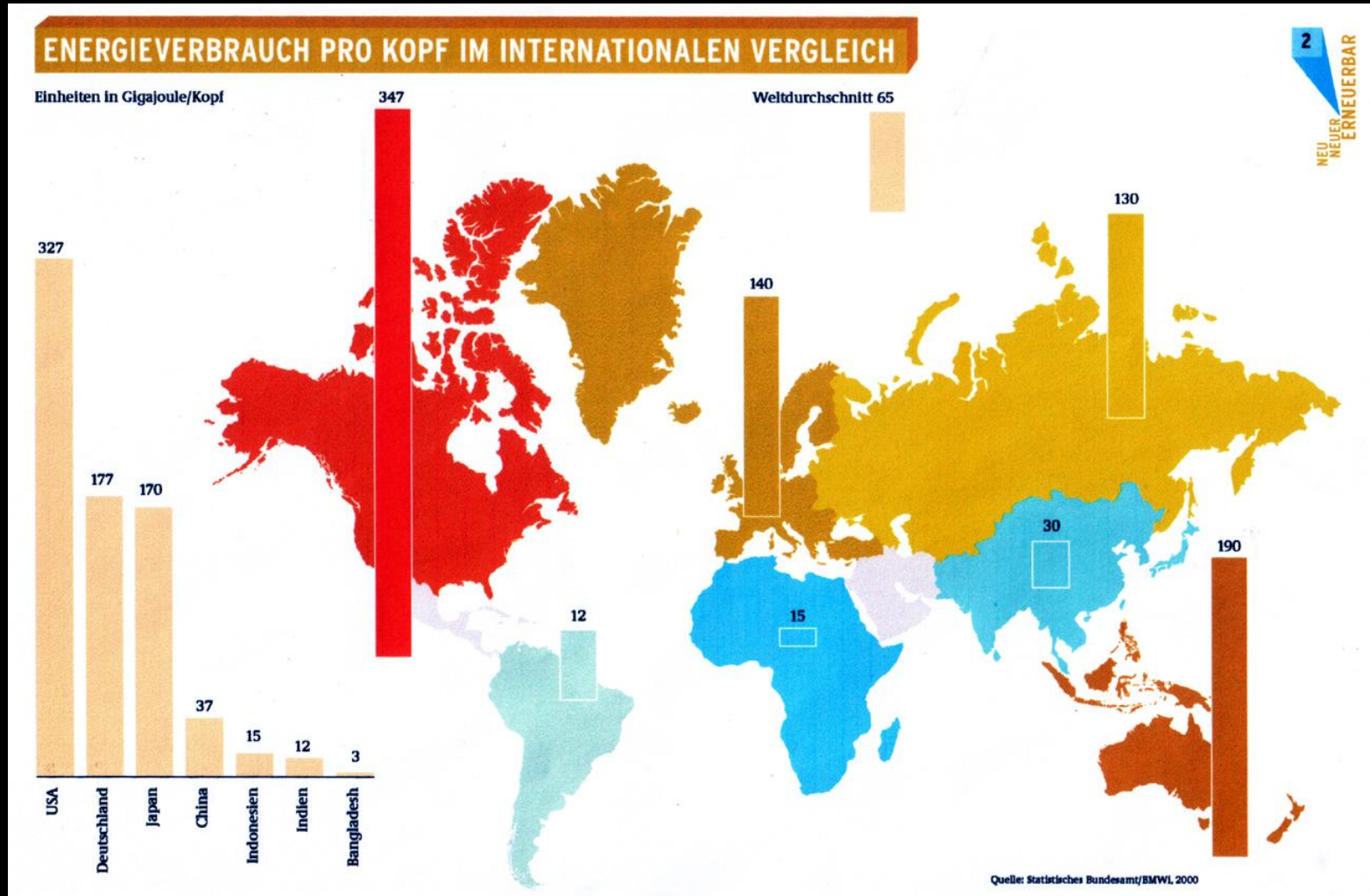
**intelligent bauen**

architektur - städtebau - energieberatung

bert reiszky, architekt bda

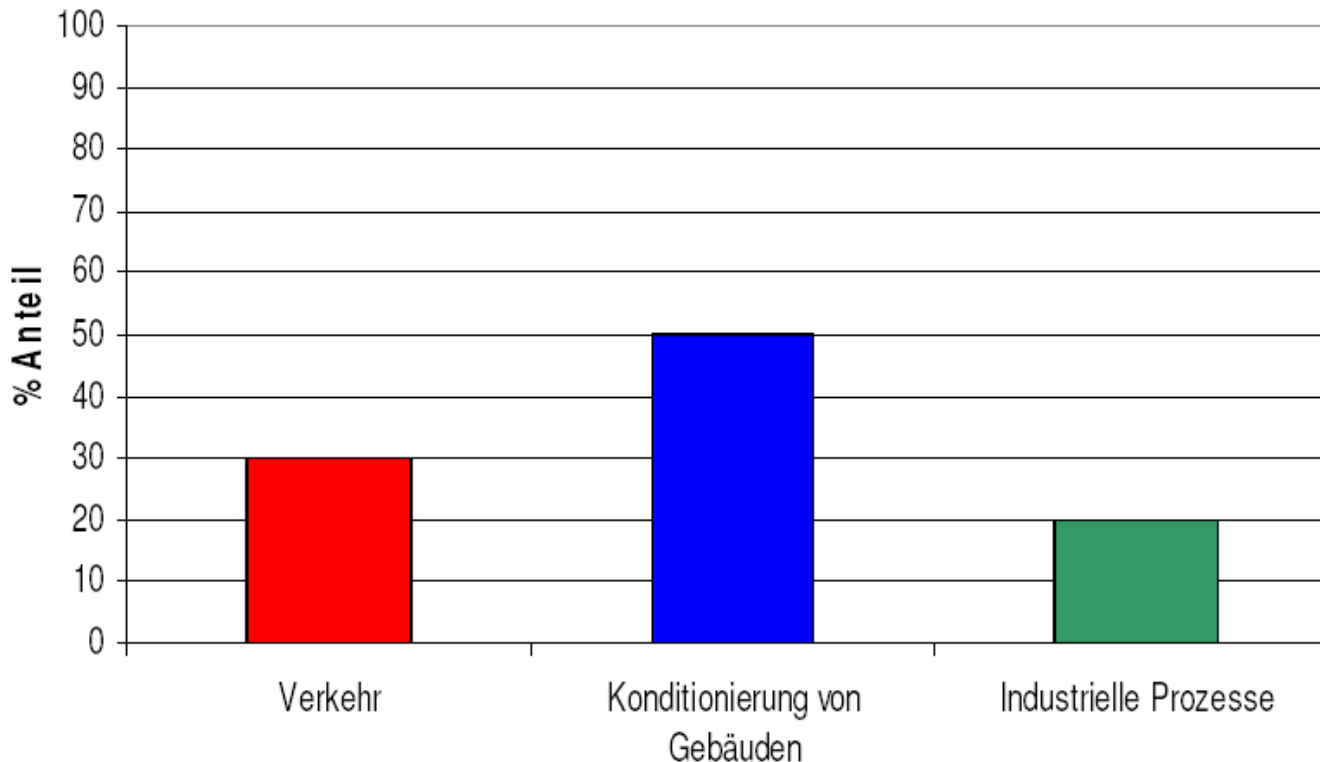
deggendorf

## Warum Sanierung zum Passivhaus ?



## Warum Sanierung zum Passivhaus ?

Anteil der Gebäudekonditionierung am Weltenergieverbrauch





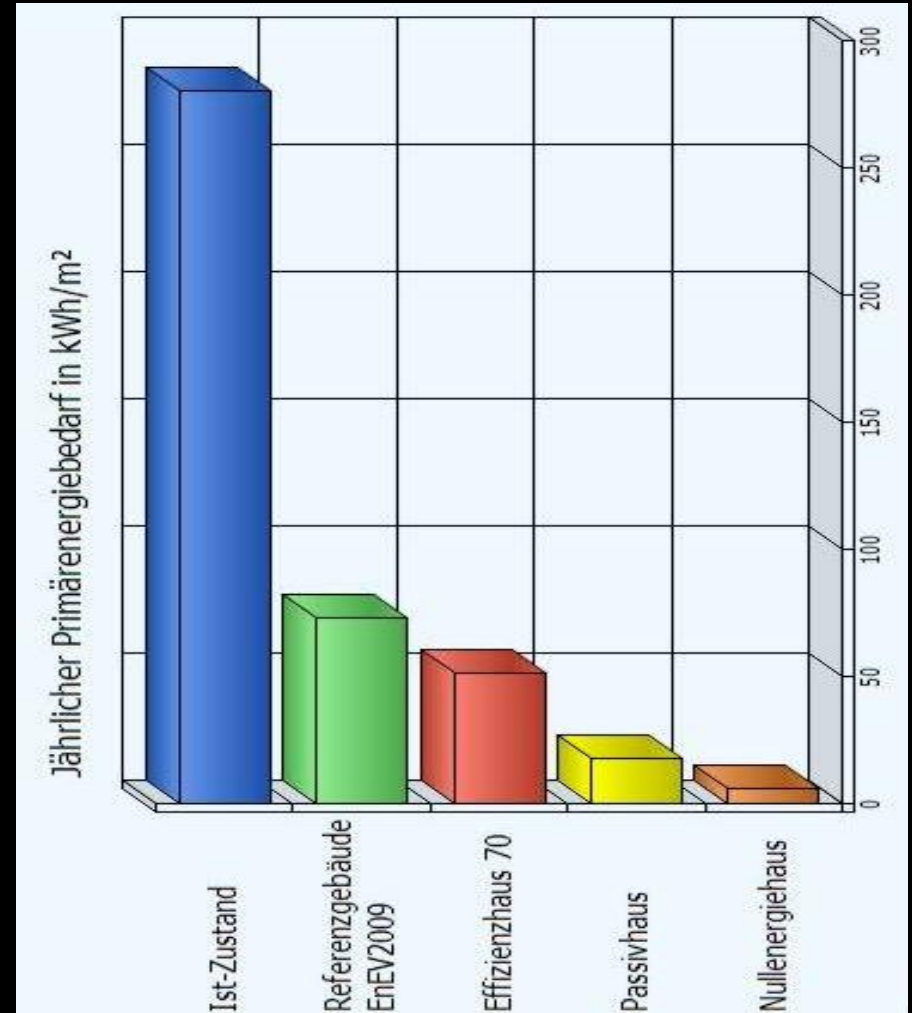
## Warum Sanierung zum Passivhaus ?

Energiekennwerte Baubestand:

Wichtigste Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende:

Sanierung des Gebäudebestands aus der Zeit vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung

Das sind ca. 90 % des Gebäudebestands!



## Warum Sanierung zum Passivhaus ?

### Energieverbrauch in Kommunen (in %):

- Verwaltung:	6,0
- <b>Schulen</b>	<b>52,8</b>
- Kindergärten (öff.)	5,5
- Weiterbildungseinr.	8,6
- Sportstätten (öff.)	10,4
- Schwimmbäder (öff.)	12,1
- Sonstige Gebäude	4,6

*(F. Seefeldt u.a., Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, Basel und Berlin, 2007)*



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Warum Sanierung zum Passivhaus ?

### Wirtschaftlichkeit

„Das wirtschaftlichste Gebäude ist das mit den niedrigsten jährlichen Gesamtkosten“

Sanierung zum PH-Standard war umstritten

Deshalb überschlägiger Wirtschaftlichkeitsvergleich Sanierung - Neubau

### Kostenvorteile Sanierung:

- Größere geförderte HNF (15%)
- Förderkredit dena Modellvorhaben
- Energiekosten



Ansicht Süd, MS Hengersberg

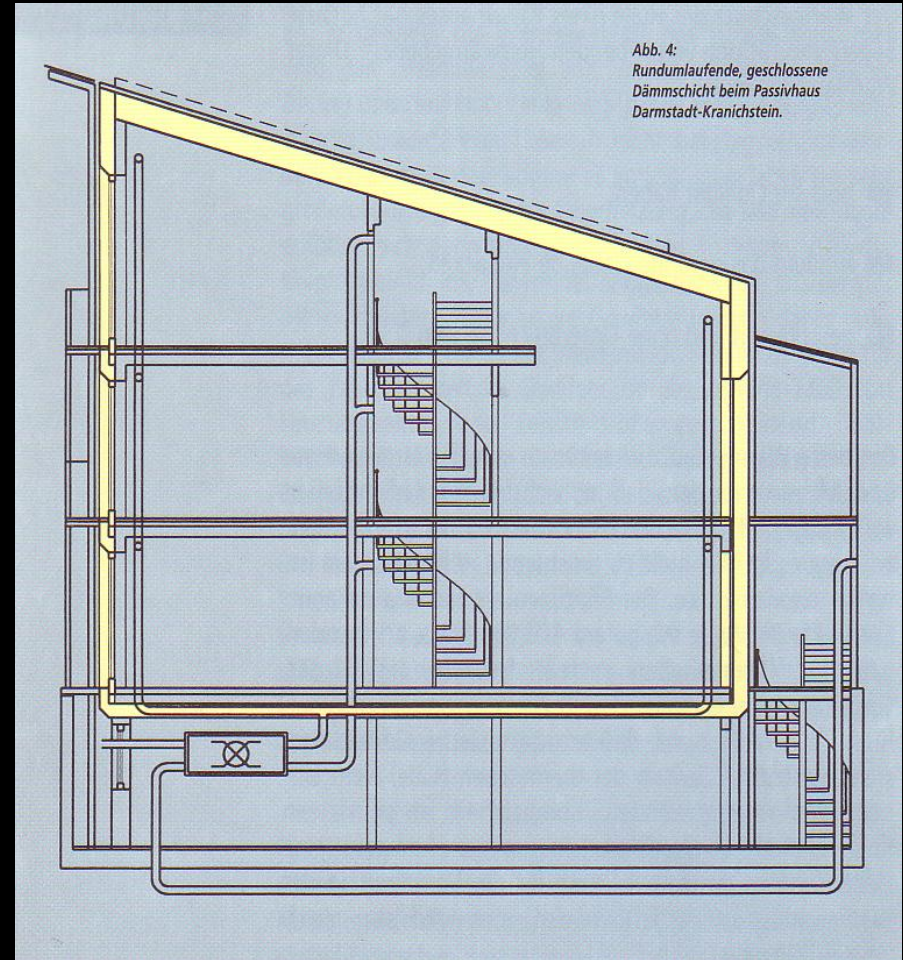
	Passivhaus-Sanierung	Passivhaus-Neubau	ENEV-Sanierung	ENEV-Neubau
Investitionskosten gesamt	8.746.431,00 €	9.977.365,00 €	7.792.209,00 €	9.194.967,00 €
Finanzierungsanteil Schulverband	4.871.514,00 €	6.163.457,00 €	3.940.110,00 €	5.403.877,00 €
jährliche Belastung Schulverband	250.960,00 €	380.593,00 €	243.302,00 €	333.689,00 €
Energiekosten 25 Jahre (8% Steigerung pro Jahr)	665.191,00 €	613.476,00 €	1.883.063,00 €	1.736.681,00 €
<b>Gesamtkosten Schulverband 25 Jahre</b>	<b>6.939.202,00 €</b>	<b>10.128.312,00 €</b>	<b>7.965.608,00 €</b>	<b>10.078.917,00 €</b>

Überschlägiger Vergleich Lebenszykluskosten in 4 Varianten

## Planungsprinzipien Passivhaus

### 1. Wärmebrückenfreie Dämmung der thermischen Hülle

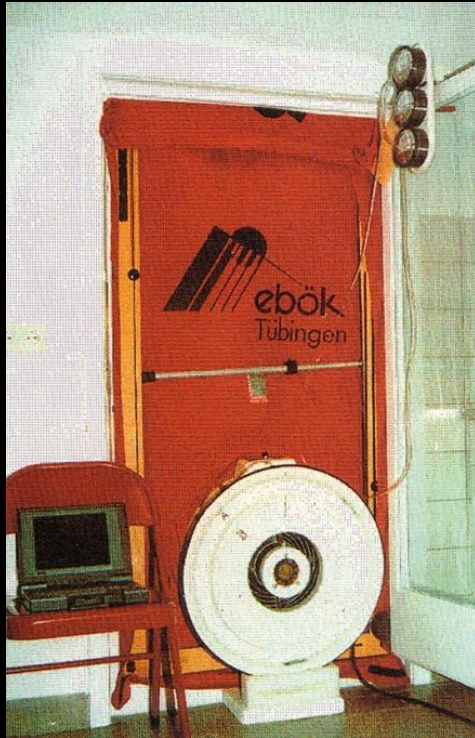
Passivhaus-Dämmqualität nicht transparenter Bauteile		
	k-Wert in $W/(m^2K)$	bei Wärmeleit- gruppe 040 äquivalente Dämmstoffstärke
Mußwert an jeder Stelle	0,16	25 cm
Zielwert in der Regel anzustreben	0,10	40 cm





## Planungsprinzipien Passivhaus

### 2. Perfekte Luftdichtheit



Luftdichtheitstest mit „Blower-Door“

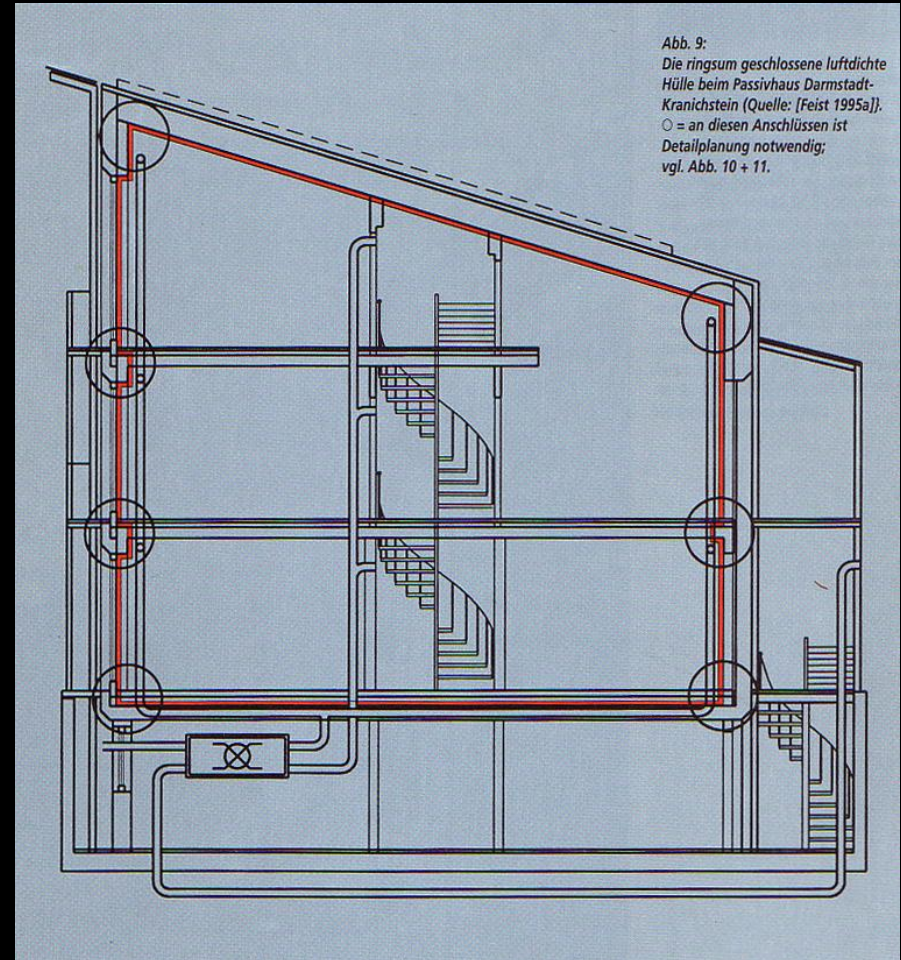
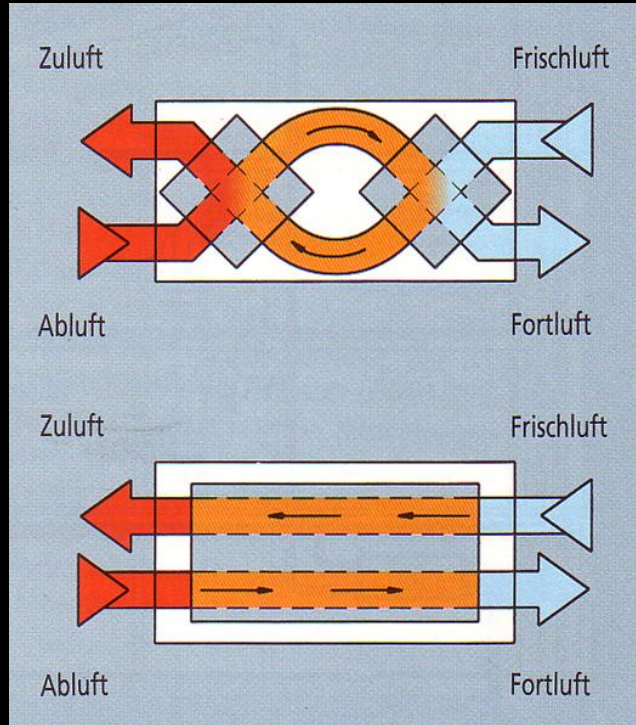


Abb. 9:  
Die ringsum geschlossene luftdichte  
Hülle beim Passivhaus Darmstadt-  
Kranichstein (Quelle: [Feist 1995a]).  
○ = an diesen Anschlüssen ist  
Detailplanung notwendig;  
vgl. Abb. 10 + 11.

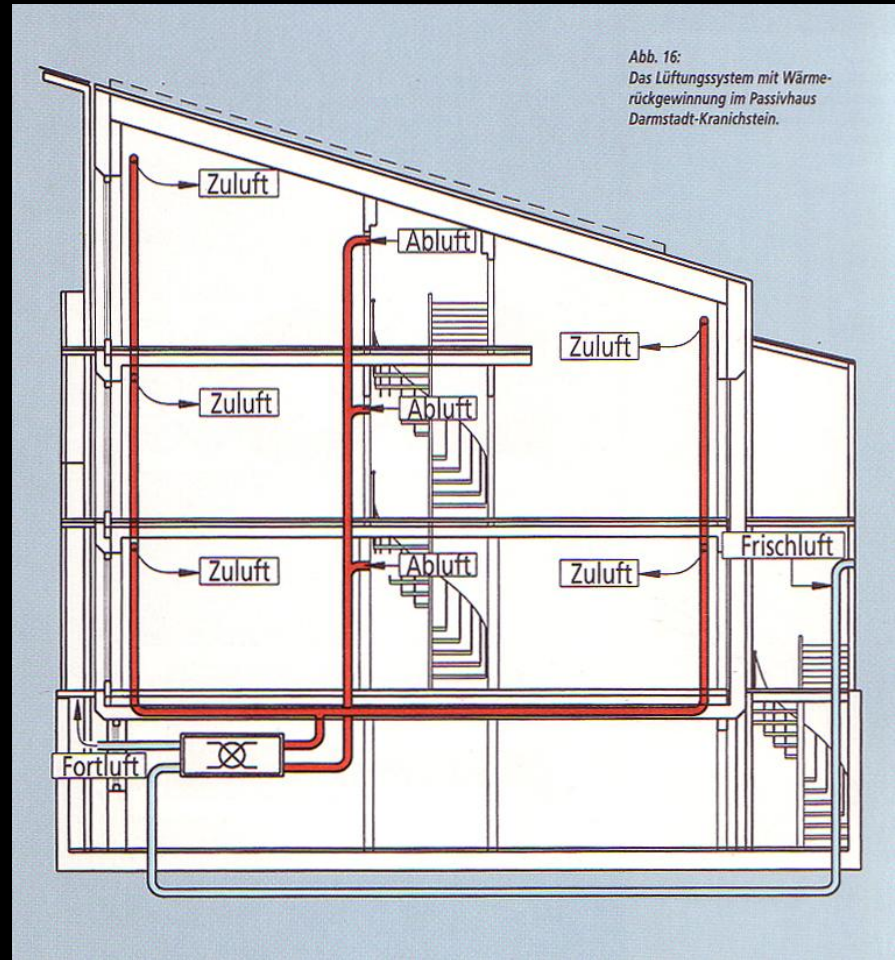


## Planungsprinzipien Passivhaus

### 3. Lüftung mit Wärmerückgewinnung



Prinzipien: Kreuzstrom- und Plattenwärmetauscher

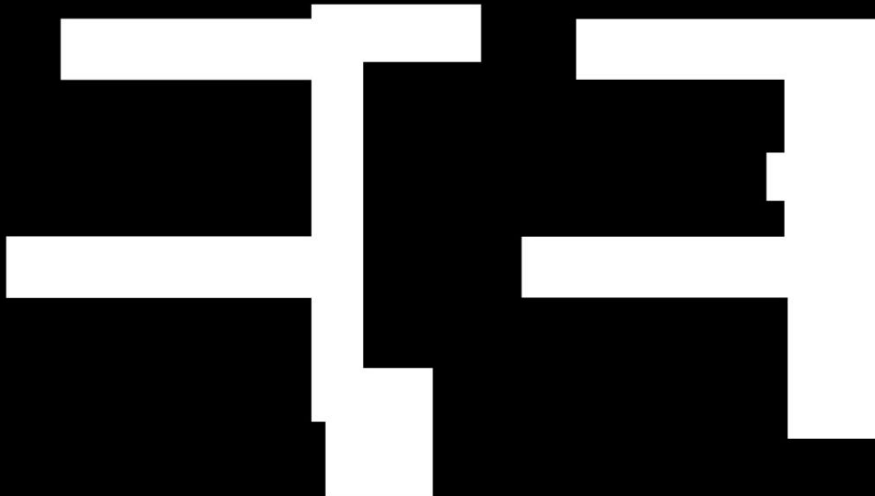


# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

Grundprinzip: Konsequente Anwendung bekannter, zuverlässiger Energiesparmaßnahmen

### 1. Kompaktheit verbessert



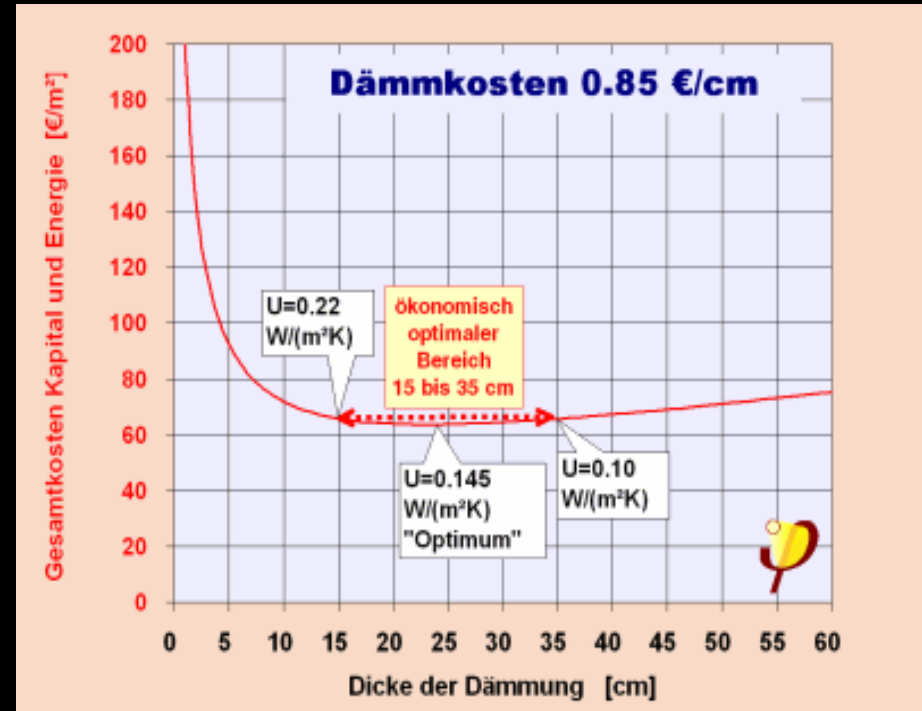
## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### 2. Die Wenn-schon-denn-schon-Regel

Alle Maßnahmen, die man durchführt, mit dem energetisch besten Standard umsetzen !

Heute ausgeführte Maßnahmen tragen 30 – 50 Jahre in die Zukunft!

„Man hat nur einen Schuss“, nichts ist unwirtschaftlicher als die Sanierung einer energetischen Sanierung





# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Voraussetzungen für vollständig regenerative Energieversorgung

#### Graphik:

Durchschnittliche Heizenergiekennwerte öffentlicher Gebäude im Bestand

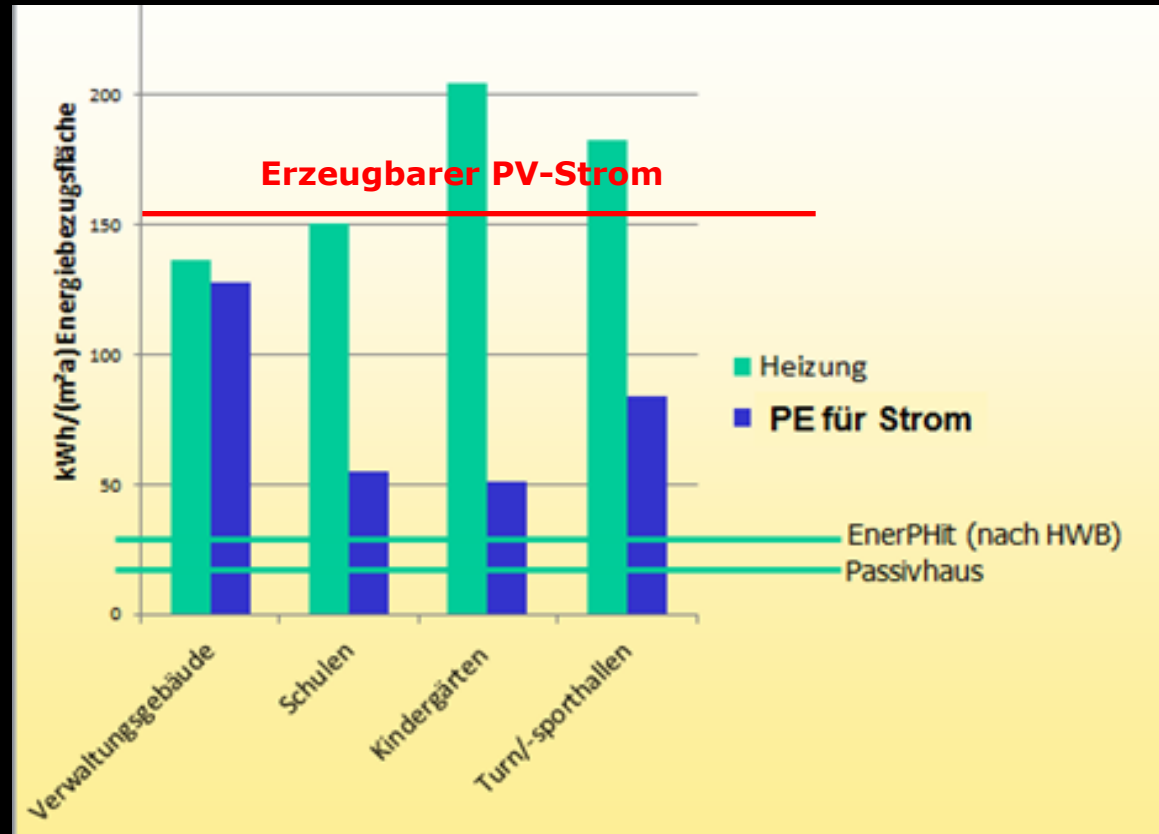
Grenzwerte EnerPHit- Standard u. PH-Standard

Erzeugbarer PV-Strom

(Annahme f. PV-Anlage: 2 ½ geschossige Gebäude)

#### Ergo:

Nur wenn bei jeder Sanierungsmaßnahme optimale Energieeffizienz realisiert wird, ist die Deckung des Gebäudeenergiebedarfs durch erneuerbare Energie möglich !



Verbrauchskennwerte Heizenergie u. Strom,  
Quelle: Passivhaus Institut, Darmstadt

# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### 3. Maßnahmen Gebäudehülle

Wärmedämmung Außenwand, 30 cm Hartschaum, 1930 m<sup>2</sup>, U-Wert 0,100 W/m<sup>2</sup>K

Isolierung Decke zum Dach, 50 cm Mineralwolle 2500 m<sup>2</sup>, U-Wert 0,070 W/m<sup>2</sup>K

Wärmedämmung Bodenplatten EG u. UG, 16 cm, 2500 m<sup>2</sup>, U-Wert 0,150 W/m<sup>2</sup>K

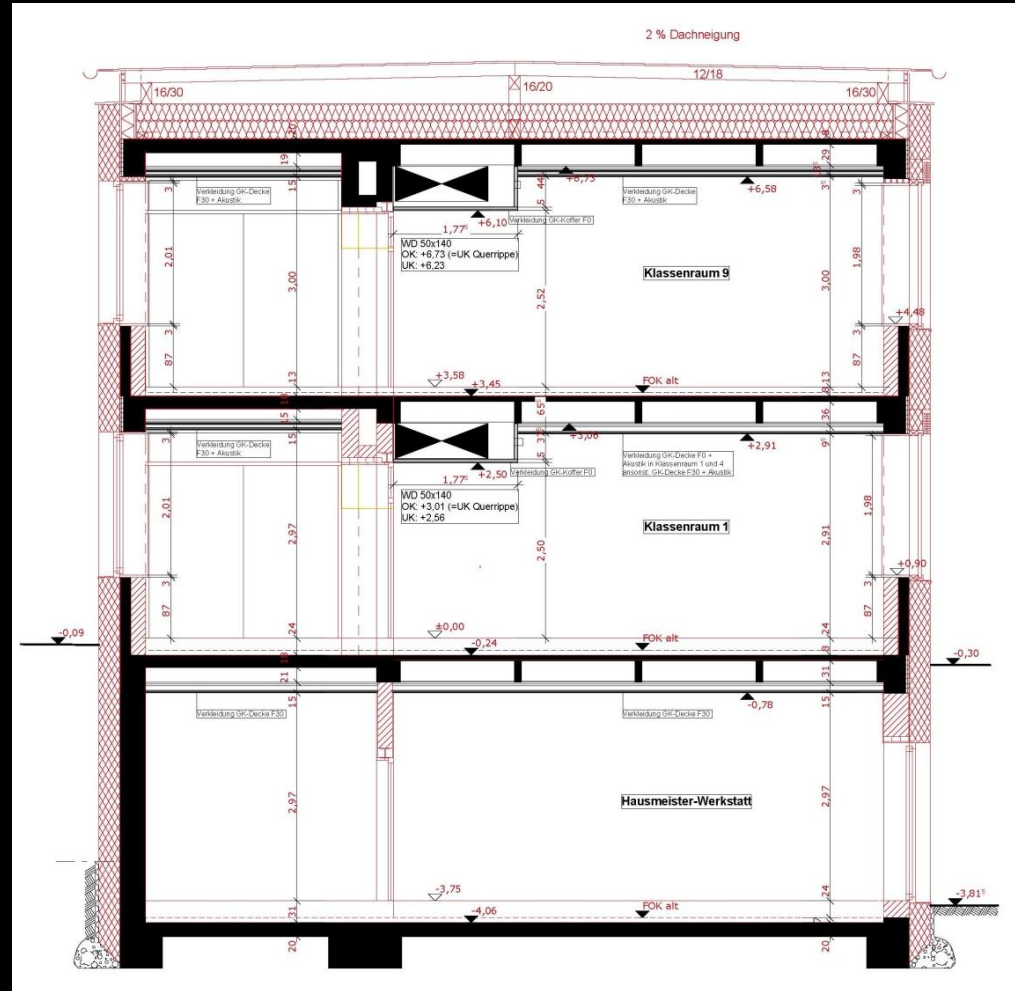
Deshalb Ersatz aller Türstürze im EG u. UG

(weitgehende) Beseitigung von Wärmebrücken

Fenster u. Fassaden mit Dreifachverglasung, 953 m<sup>2</sup>, U-Wert 0,700 W/m<sup>2</sup>K

Luftdichte Konstruktion,  $n_{50} \leq 0,6$

außenliegender Sonnenschutz, Lamellenjalousien, zeitgesteuert, manuell übersteuert



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Thermische Hülle, Außenwand

Zunächst geplante Sanierung der Außenwände mit vorgefertigten Holzrahmenelementen zu teuer:

Mehrkosten ggü. WDVS ca. 500.000,- €

Berechnete Dämmstärke von 36 cm als WDVS nicht möglich

Bauaufsichtliche Zulassung nur bis 30 cm

Lösung: Verbesserung des Gesamt U-Wertes durch Ersatz von Glasflächen in den Fassaden mit farbigen Dämmpaneelen



Schule Schwanenstadt, Arch. Heinz Plöderl







# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

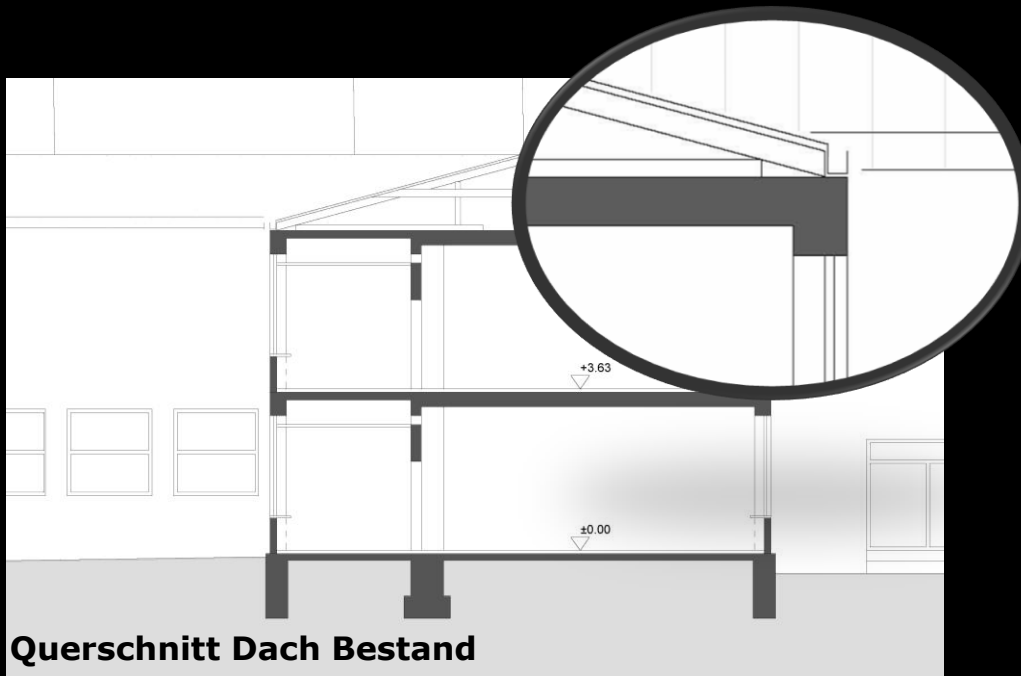
## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Thermische Hülle, Dach

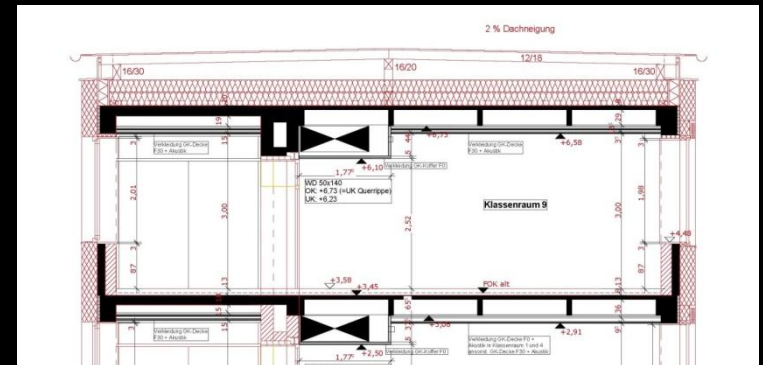
Ausreichende Wärmedämmung des Dachraums im Bestand nicht möglich

Abbruch des bestehenden Satteldachs

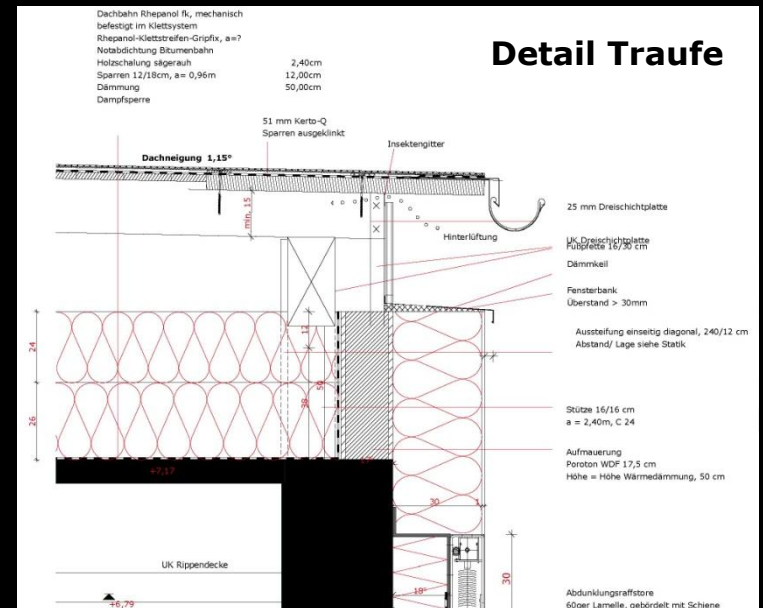
Neubau Flachdach als Kaltdach



Querschnitt Dach Bestand



Querschnitt Dach Neubau



Detail Traufe

# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Thermische Hülle, Passivhauszertifizierte, dreifachverglaste Fenster und Fassaden

Einbau in Wärmedämmebene,  
d.h. von außen auf die  
Massivwand

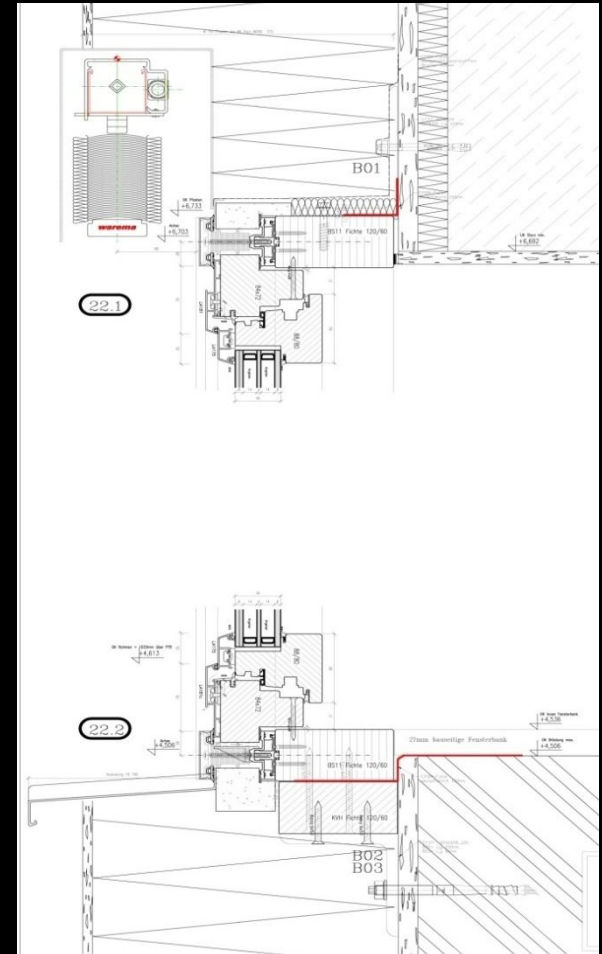
Vierseitige Befestigung mit  
Winkeln, am Sturz durch die alte  
Heraklith-Platte

Luftdichtung von außen auf den  
Altputz

Magnetfühler und Riegelkontakte  
in allen Fenstern und Türen zur  
Überwachung u. Steuerung

Bei geöffnetem Fenster wird  
Heizung auf Frostfrei und Lüftung  
ausgeschaltet.

Problem: Produktneutrale  
Ausschreibung in Bauabschnitten  
Ergebnis: Unterschiedliche  
Fenster in den BA`s





# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

Thermische Hülle, Passivhauszertifizierte, dreifachverglaste Fenster und Fassaden

Passivhausfenster in Betrugsabsicht falsch geliefert

Zertifizierte Pfosten-Riegel-Fassade nicht geliefert

Nachfristen, Kündigung, Ersatzvornahme

Ausbau hinter Folien Dezember bis Mai

**Größtes Risiko: Öffentliches Vergaberecht!**



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

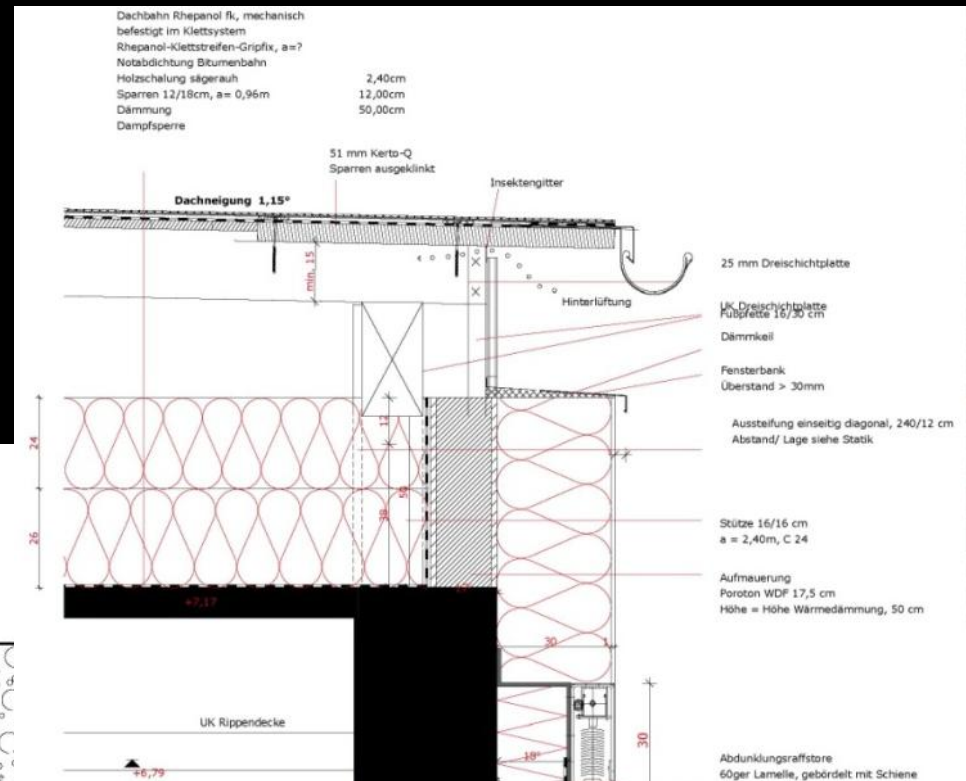
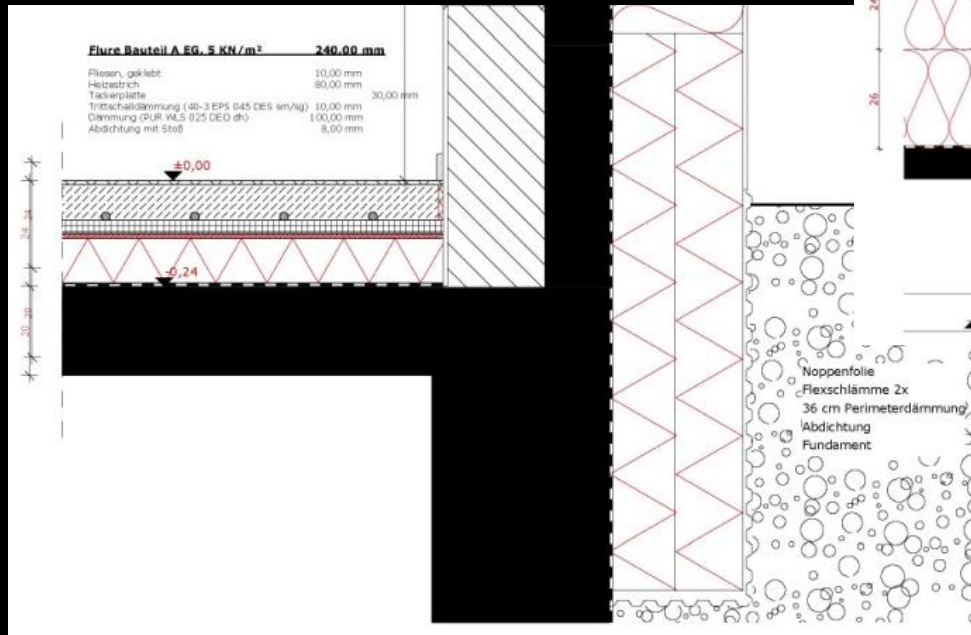
## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Wärmebrückenfreies Konstruieren

Schwierigste Aufgabe bei der Sanierung zum Passivhaus

Wärmebrücken können PH-Standard verhindern

Ausweg: EnerPhit-Zertifizierung ( $Q_h < 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ )



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Wärmebrückenfreies Konstruieren, Praxis

Hauptaufwand bei Passivhaus-Bau und Sanierung : Permanente Qualitätskontrolle !



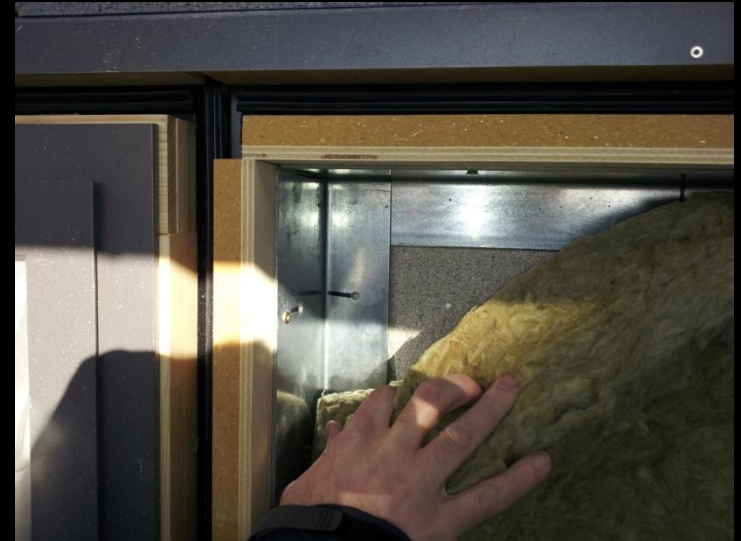
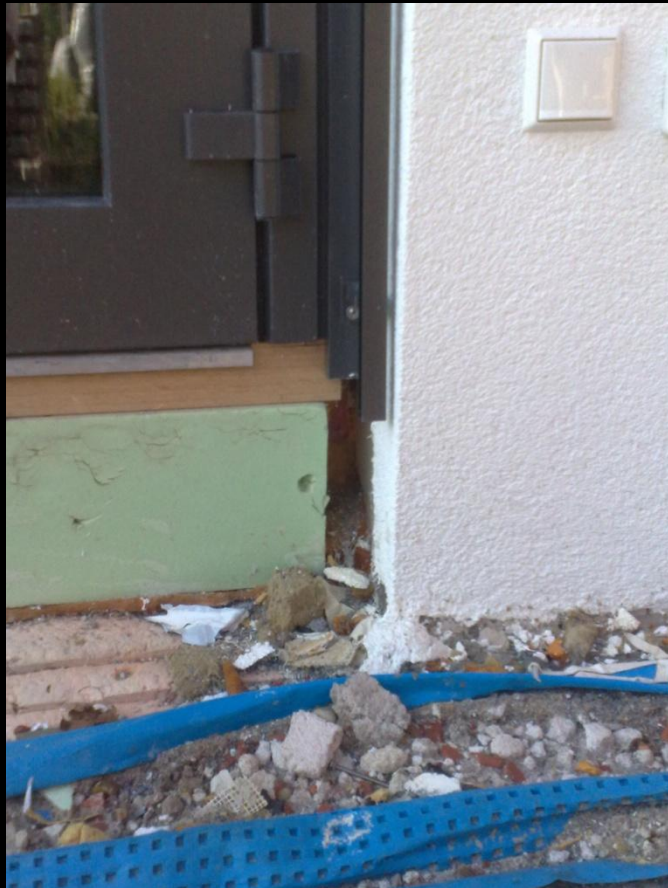


# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Wärmebrückenfreies Konstruieren, Praxis

Hauptaufwand bei Passivhaus-Bau und Sanierung : Permanente Qualitätskontrolle !



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

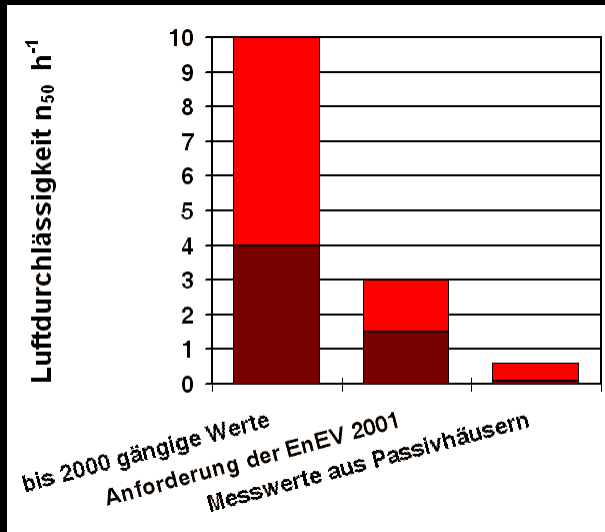
### Wärmebrückenfreies Konstruieren

Hauptaufwand bei Passivhaus-Bau und Sanierung : Qualitätskontrolle !

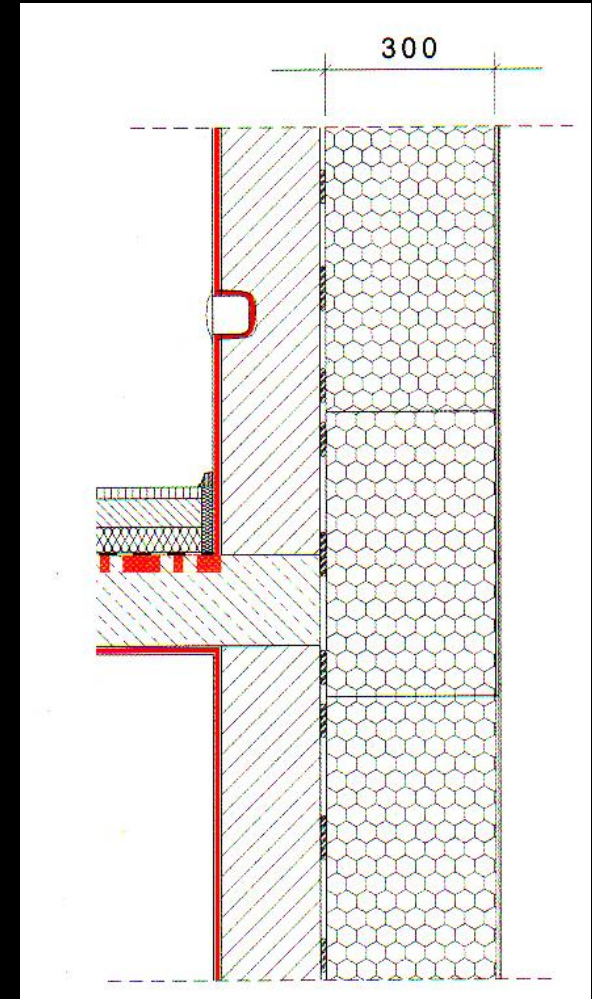


## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Luftdichtigkeit der Hülle



Bei Massivbauten ist der Innenputz die Luftdichtigkeitsebene



### Drucktestkennwerte ( $n_{50}$ -Werte):

Gebäude ohne Lüftungsanlagen  $3 \text{ h}^{-1}$

Gebäude mit Wohnungslüftung  $1,5 \text{ h}^{-1}$

bei Passivhäusern nicht über  $0,6 \text{ h}^{-1}$

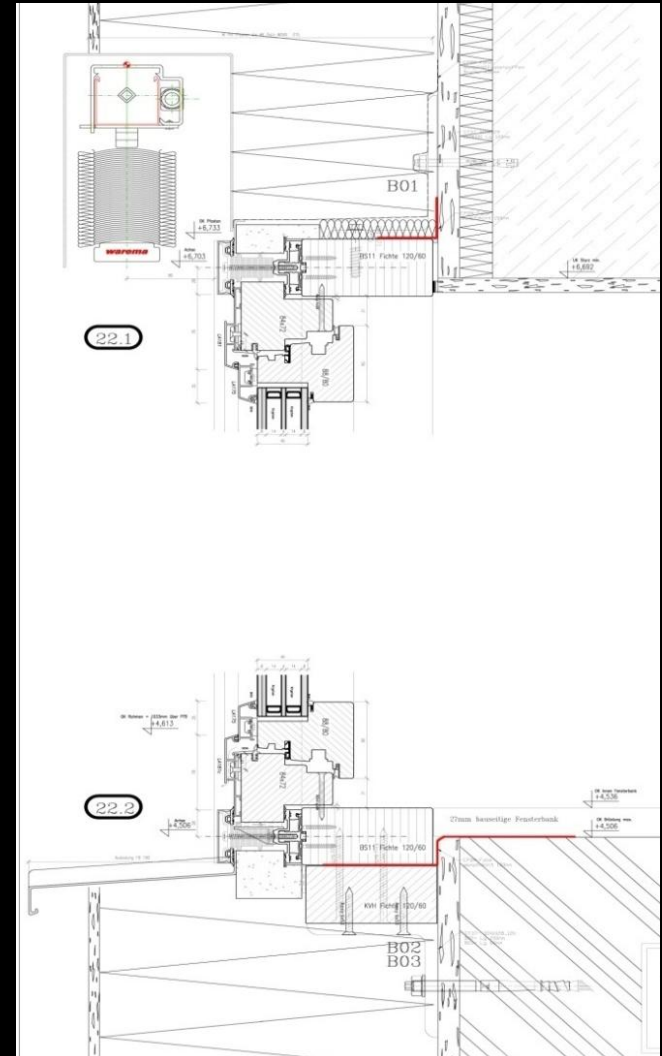
Praktisch erreicht werden regelmäßig Werte zwischen  $0,2$  und  $0,6 \text{ h}^{-1}$ .



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Luftdichtigkeit der Hülle



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Hochbau

### Luftdichtigkeit der Hülle



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Haustechnik

### Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Lüftung ist zentrales Haustechnikelement im Passivhaus !

Hier: Semidezentrale Lösung mit drei Lüftungszentralen.

Zu- und Abluft direkt über Dach

Sehr wichtig: Sehr kurze Leitungswege der kalten Zu- und Abluft im Gebäude

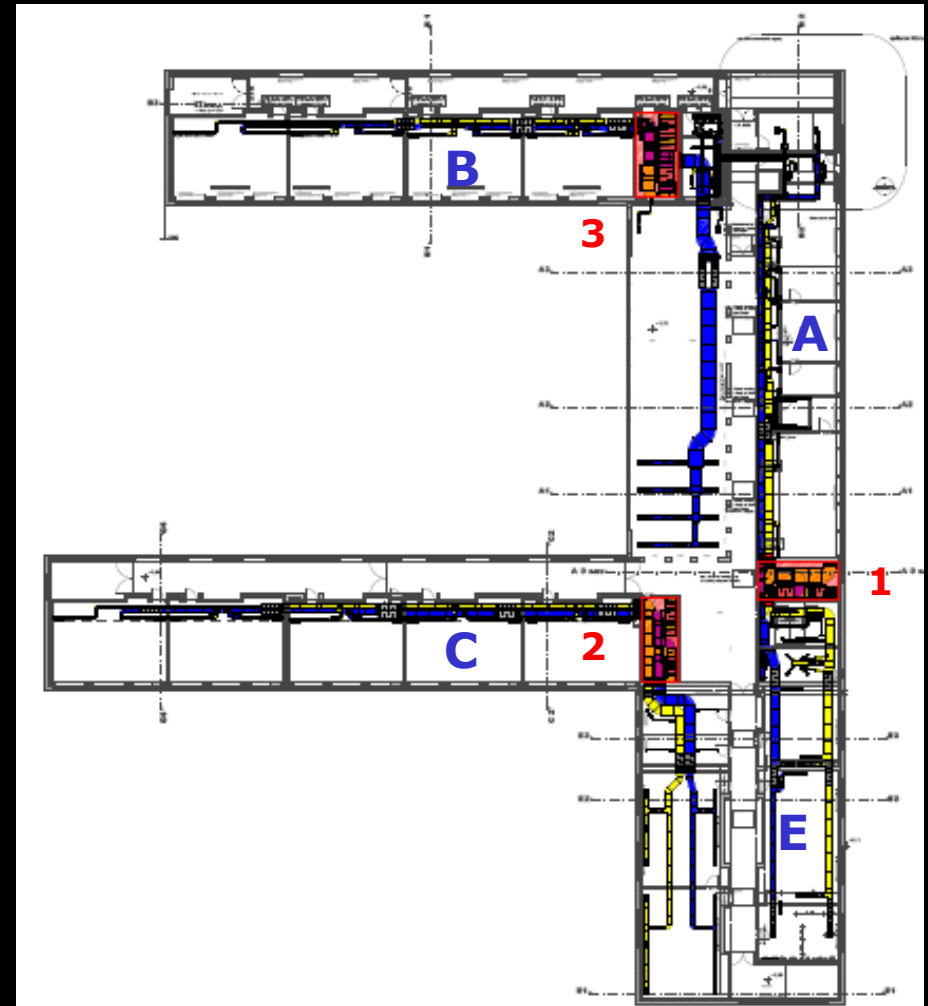
Ergebnis sehr hohe Wirkungsgrade:

Zentrale 1: BT A, Verwaltung u. Fachklassen: 6000 m<sup>3</sup>/h, geschlossenes Lüftungssystem wg. WC's, WRG 82%

Zentrale 2: BT C+E, Fachklassen und Klassen, 8000 m<sup>3</sup>/h, Wechselspeicher m. Feuchterückgewinnung, WRG 91%

Zentrale 3: BT A+B, Klassen u. Aula, 9000 m<sup>3</sup>/h, Wechselspeicher m. Feuchterückgewinnung, WRG 91%

**Brandschutz: Zu- u- Abluft in jedem Raum**



Übersichtsplan Lüftung 1. OG



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Haustechnik

### Lüftung mit Wärmerückgewinnung

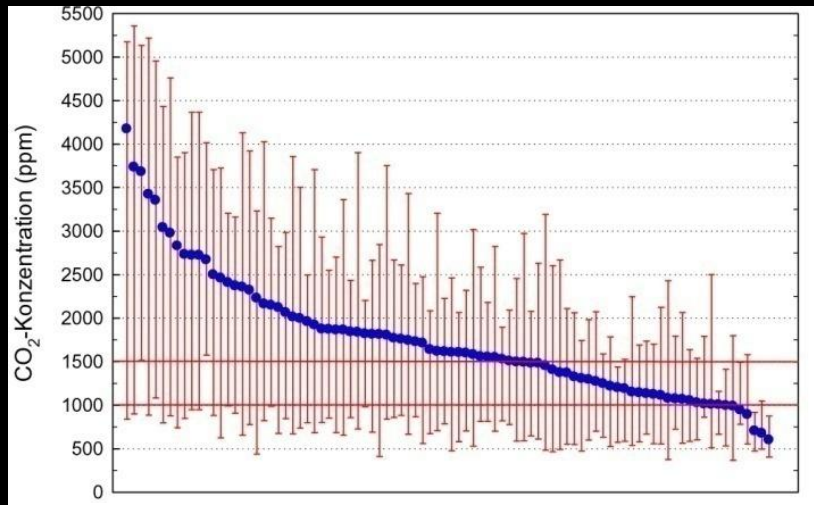
Auslegung rein nach Lufthygiene, nicht nach Heizleistung

Luftmenge max. 20 m<sup>3</sup>/Schülerx h, Steuerung durch CO<sub>2</sub>-Fühler

Temperierung außerhalb der Unterrichtszeiten durch Fußbodenheizung

Dadurch Lüftungsaggregate und -kanäle ca. 1/3 kleiner; wirtschaftlichere Gesamtlösung

### Synergie Energieeffizienz - Lernklima



CO<sub>2</sub>-Konzentration in Klassenräumen bei Fensterlüftung

Lüftungskanal  
im Rohbau



Abkofferung Lüftungskanal

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Haustechnik

### Elektrische Energie

Bedarf an elektrischer Energie höher als Heizenergiebedarf im Passivhausstandard

Max.  $Q_h$  Passivhaus: 15 kWh/m<sup>2</sup>a

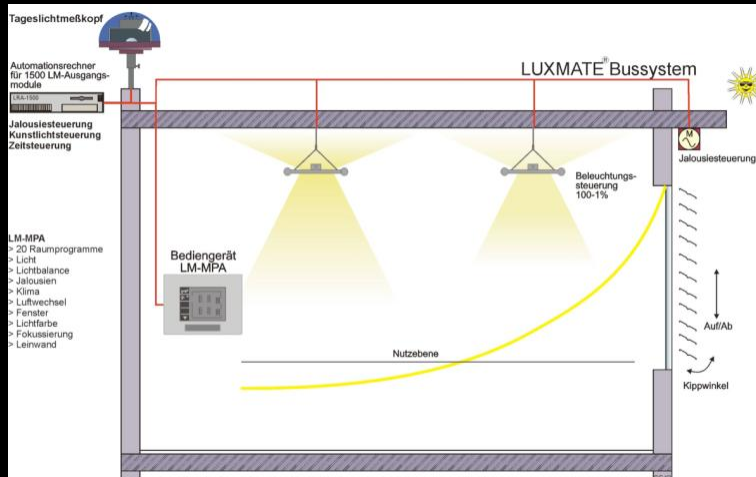
Strombedarf vor Sanierung : 18,7 kWh/m<sup>2</sup>a

Großteil des Verbrauchs Beleuchtungsstrom

Strombedarf nach Sanierung: 12,4 kWh/m<sup>2</sup>a

Incl Lüftungsstrombedarf : 2,0 kWh/m<sup>2</sup>a

Lösung: Tageslichtsystem aus Sonnenschutz und tageslichtabhängig gesteuerter Beleuchtung



**Sonnenschutz als Lichtlenksystem,  
Schule Schwanenstadt, Architekt Heinz Plöderl**

## Umsetzung der Passivhaussanierung MS Hengersberg - Haustechnik

### Reduktion Strombedarf:

Sonnenschutz als Lichtlenksystem,  
automatisch steuerbar mit:

Anwesenheitssensor, Zeitschaltung  
und Sonnensensor

Anwesenheits- und  
tageslichtgesteuerte Beleuchtung,

2 -3 Lichtreihen parallel zum Fenster,  
einzeln gesteuert.

Zusätzliche Kosten für Sensoren und  
Steuerung: 52.000,- €

Amortisationsrechnung 2008: ca. 24  
Jahre



Sonnenschutz als Lichtlenksystem, MS Hengersberg



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Zusammenfassung, Ergebnis der Sanierung

### Nach der Sanierung

Abschluss Sanierung :	Jul. 2012
Beheizte Grundfläche:	4.413 m <sup>2</sup>
Schülerzahl:	290
U-Wert Gebäudehülle:	0,179 W/m <sup>2</sup> K
Heizenergiebedarf:	75.162 kWh/a
Heizenergie/m <sup>2</sup> :	17,03 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergieeinsparung:	93 %
Biomassekessel:	150 kW
Stromverbrauch:	12,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Stromeinsparung:	34 %
Einsparung Primärenergie:	83 %

### Völlig neues Image



Westansicht



Ostansicht



Südansicht

# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Zusammenfassung, Ergebnis der Sanierung, Impressionen

Energieeffizienz ist keine Ausrede für schlechte Gestaltung !



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Zusammenfassung, Ergebnis der Sanierung, Vorher - Nachher





# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Zusammenfassung, Ergebnis der Sanierung, vorher - nachher



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

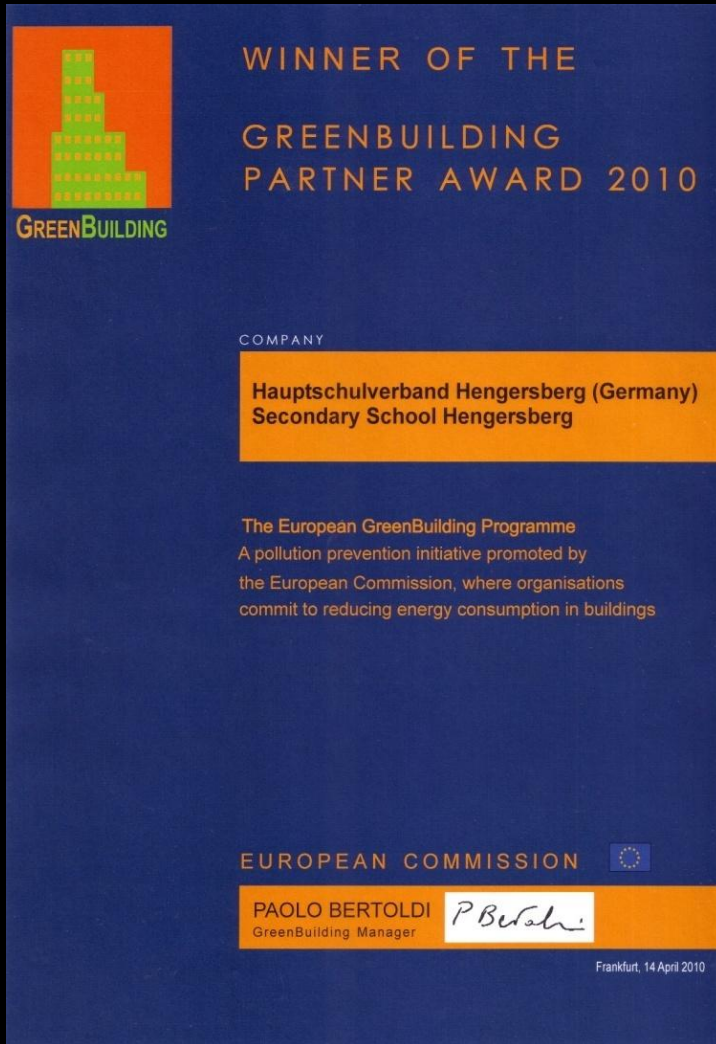
## Zusammenfassung, Ergebnis der Sanierung, vorher - nachher





# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

## Zusammenfassung, Ergebnis der Sanierung, Auszeichnungen



**Deutscher Greenbuilding Award 2009,  
„Innovativstes Projekt“**

**European Greenbuilding Award, 2010  
„best refurbishment“**





## Zusammenfassung und Thesen

**Der Energiebedarf / CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Industrieländer muss bis 2050 um 80% sinken.**

**Gebäude benötigen 50% des Weltenergiebedarfs aus, der Großteil kann aber klimaneutral werden.**

**Den Gebäudebestand vor 1984 mit optimaler Energieeffizienz zu sanieren ist noch wichtiger als Neubauten zu optimieren.**

**Nur die Sanierung mit optimaler Energieeffizienz ermöglicht die vollständig regenerative Energieversorgung von Gebäuden.**

**Ohne intensive Qualitätskontrolle kein Passivhaus.**

**Lüftung mit Wärmerückgewinnung ist das zentrale Haustechnikelement.**

**Reduktion des Strombedarfs bei der Passivhaus- o. Enerphit-Sanierung keinesfalls vernachlässigen!**

**Energetische Sanierung ist eine Chance zur Wiedergutmachung (architektonischer und städtebaulicher Sünden)**

**Nur ganzheitliche Sanierungen sind nachhaltige Sanierungen !**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



# MS Hengersberg, Generalsanierung und Erweiterung im Passivhausstandard

---

## Team

### Architekt

Bert Reiszky, Architekt BDA  
Stadtplaner, Energieberater  
An der Stadtmauer 18  
D-94469 Deggendorf  
Tel. 0049-0991-27 00 53 10  
[info@reiszky-architekten.de](mailto:info@reiszky-architekten.de)  
[www.reiszky-architekten.de](http://www.reiszky-architekten.de)

### Passivhaus-Projektierung:, Bauphysik, Akustik

Team-gmi Wien  
Bernhard Gassner Ingenieurbüro  
Schönbrunner Str. 44  
A- 1050 Wien  
Tel. 0043-0154-57 48 9-0  
[Wien@teamgmi.com](mailto:Wien@teamgmi.com)  
[www.teamgmi.at](http://www.teamgmi.at)

### Planung Heizung-Lüftung-Sanitär

KSK Ingenieurgesellschaft  
Kronner-Silbereisen-Kaiser  
Deggendorf, Passau  
Pfleggasse 9  
D-94469 Deggendorf  
Tel. 0049-0991-371 97 09-0  
[info@ksk-ig.de](mailto:info@ksk-ig.de)  
[www.ksk-ig.de](http://www.ksk-ig.de)

### Tragwerksplanung

Fritsche Ingenieure  
Prof. Dr. Thomas Fritsche  
Westlicher Stadtgraben 30 b  
D-94469 Deggendorf  
Tel. 0049-0991-37 21 27-0  
[info@fritsche-ingenieure.de](mailto:info@fritsche-ingenieure.de)  
[www.fritsche-ingenieure.de](http://www.fritsche-ingenieure.de)

### Elektroplanung

Willibald Englmeier  
Franz Wandinger Str. 21  
D-94491 Hengersberg  
Tel. 0049-09901-5400  
[info@ibenglmeier.de](mailto:info@ibenglmeier.de)  
[www.ibenglmeier.de](http://www.ibenglmeier.de)

### Landschaftsarchitekt

Hubert Ammer, Landschaftsarchitekt  
Fischerweg 5  
D-94557 Niederalteich  
Tel. 0049-09901-5400  
[info@hubert-ammer.de](mailto:info@hubert-ammer.de)  
[www.hubert-ammer.de](http://www.hubert-ammer.de)