

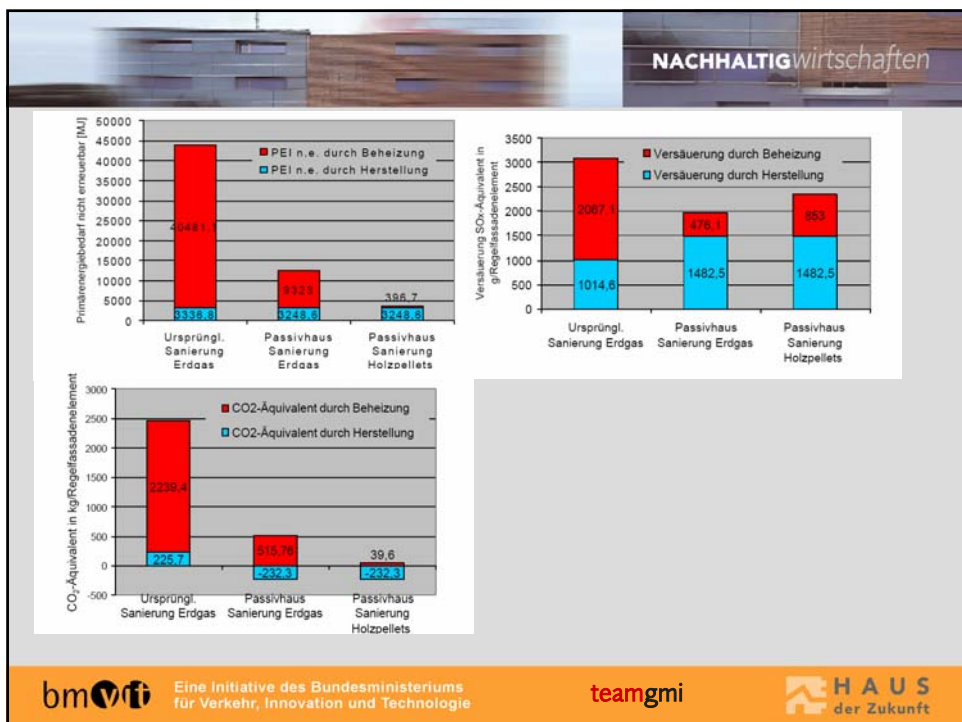
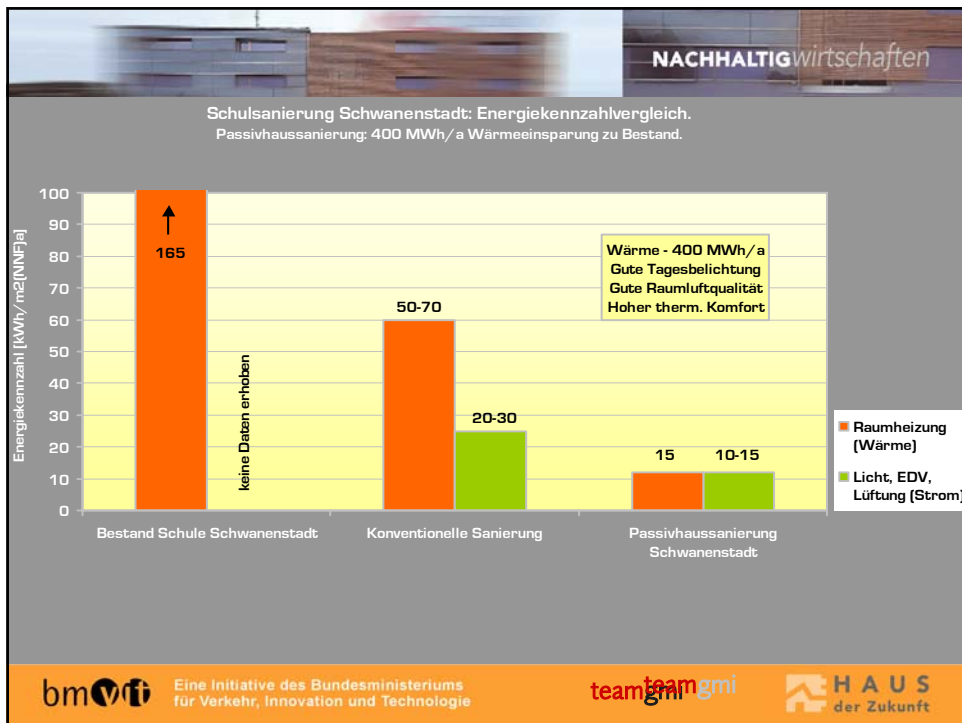
Haustechnikkonzepte in der Passivhaussanierung

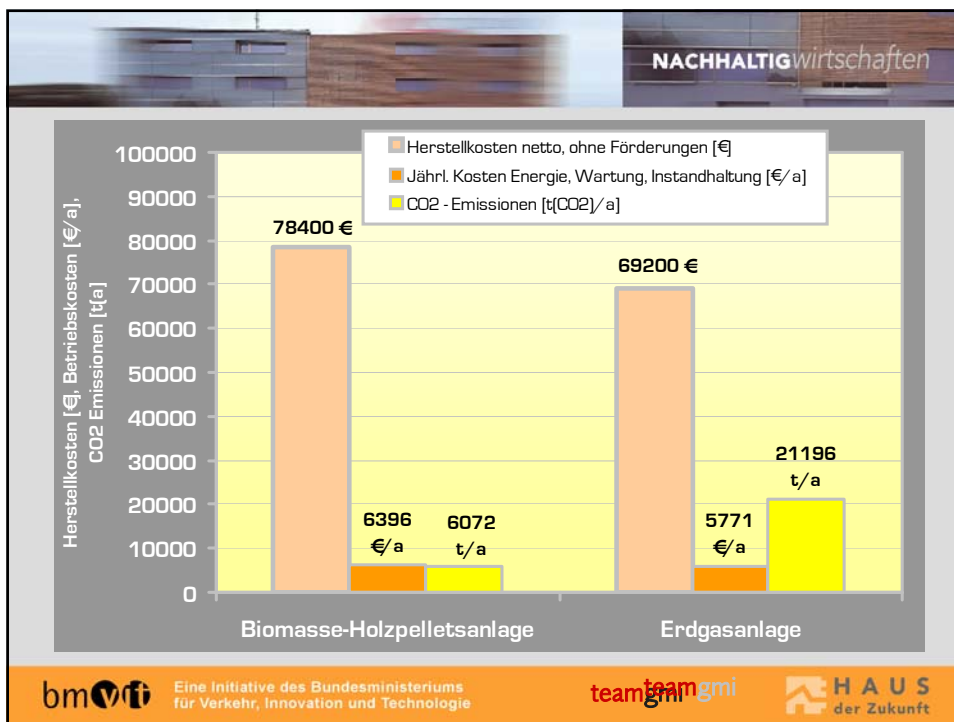
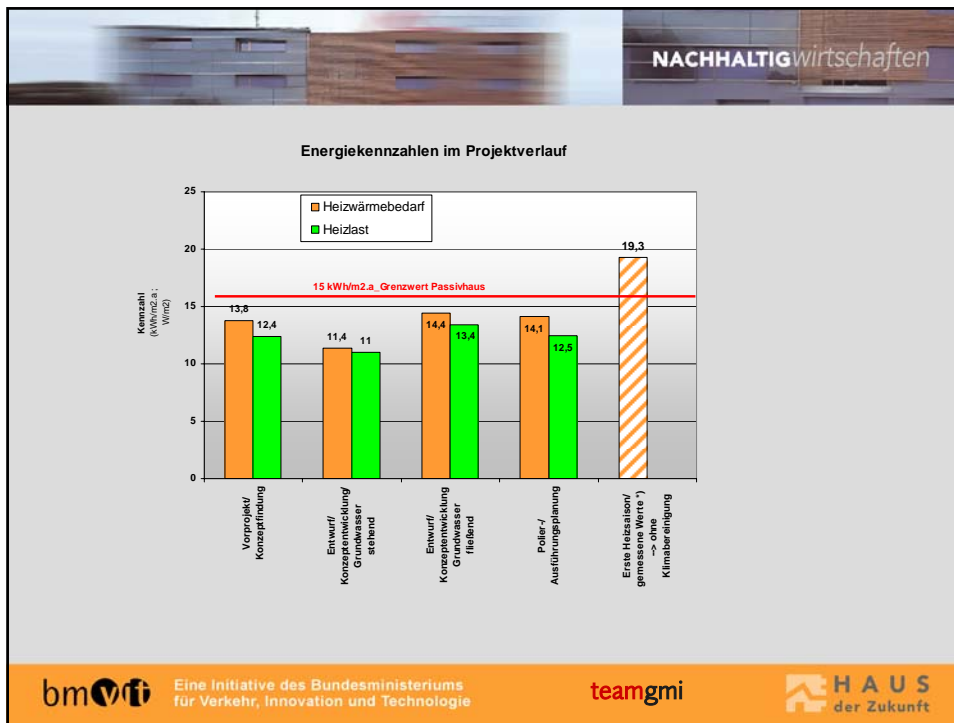
- Hauptschule, Schwanenstadt
- Wohnanlage Markartstraße, Linz
- Vertriebsstandort Fronius, Wels

- DI Michael Berger, teamgmi Ingenieurbüro, Wien

Bestand vor Sanierung







Wärmebrückenanalyse

Anschluss Außenwand- Bodenplatte:

- Stahlbetonstützen durchdringen die thermische Hülle im Randbereich der Bodenplatten und gründen im Grundwasser

Außenwand Bestand, Stahlbetonstützen:

- Stahlbetondecken als auch Brüstungselemente an den Stützen befestigt, ragen 40cm nach außen

▣ Betrachtete Maßnahmen:

- Überdämmung mit Vakuumplatten
- Überdämmung mit Faserdämmstoffen niedriger Wärmeleitfähigkeit (Schafwolle- oder Glaswolle-Trittschallfilz)
- Erhöhung der Gesamtdämmstärke

Wärmebrückenberechnung	Beschreibung	Leitwert 5m Breite	äquival. U-Wert	Veränderung
Einheit		W/mK	W/m ² K	%
Ausgangsvariante	2cm Vakuumdämmung auf Stahlstütze, 30cm breite Dämmplatte	0,6004	0,120	0
Variante 1	2 cm Dämmstoffe $\lambda=0,033\text{W/mK}$ (Trittschallfilz)	0,7333	0,147	22,1%
Variante 2	Wie Variante 1, jedoch 3cm stärkere Konstruktion außen	0,6107	0,122	1,7%
Variante 3	Wie Variante 2, nur Zellulosedämmung $\lambda=0,040\text{W/mK}$	0,6262	0,125	4,3%
Vergleichs-variante	Wie Ausgangsvariante, ohne Stahlbetonstütze u Vakuumdämmung	0,5098	0,102	-15,1%

3.5.1 Ursprüngliche Sanierungsvariante Außenwandkonstruktion



Abbildung: Vertikalschnitt

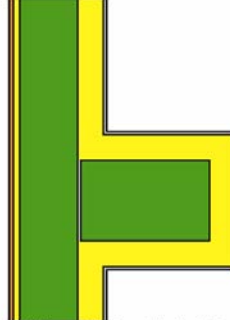


Abbildung: Horizontalschnitt Bereich Säule

3.5.2 Sanierung in Passivhausstandard mit Holzkonstruktion

Um die geplante Fassadenkonstruktion Wärmebrückenfrei zu konstruieren wird die vor der Fassade stehende Stahlbetonsäule überdämmt, sodass die gesamte Fassade mit den Fensterbändern in einer Ebene vor den Säulen vorbeigeführt wird. Damit ergibt sich eine Dämmstärke von 88 cm mit einem U-Wert 0,07 W/m²K und über eine Achslänge von 5,0 m mit eingebundener Stahlbetonsäule als reduzierende Wärmebrücke ein gemittelter U-Wert von 0,08 W/m²K.

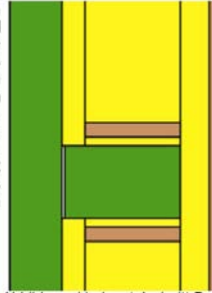
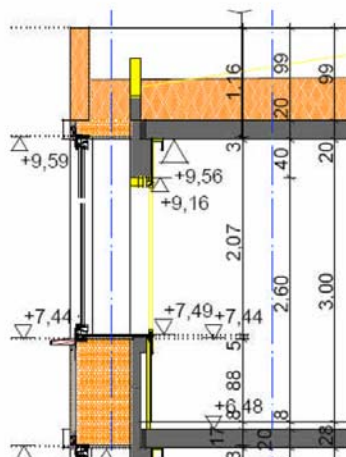
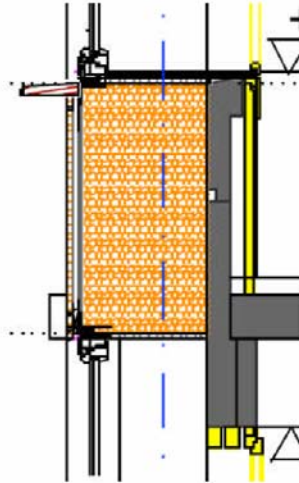


Abbildung: Horizontalschnitt Bereich Säule



Während im Bestand die Stützen vor der Fassade und den Fenstern waren, wurde mit der Sanierung die gesamte statische Konstruktion in die thermische Hülle „eingepackt“.

4.3.1.1 Brüstungsdetail



Der Sturzbereich ist zur Verbesserung der Tageslichtsituation gegenüber dem bestehenden Sturz der Stahlbetonelemente höher gelegt worden, indem die Betonschürzen vor den alten Jalousien durchgehend abgeschnitten wurden.

Die alte innenseitige Gipskartonverkleidung wurde ebenso wie die alten Heizkörper beim Parapet demontiert, wodurch die Speichermasse der 18 (bzw. 10)cm dicken Stahlbetonbrüstungen direkt genutzt werden kann.



NACHHALTIGwirtschaften



bm  Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

teamgmi

 HAUS der Zukunft

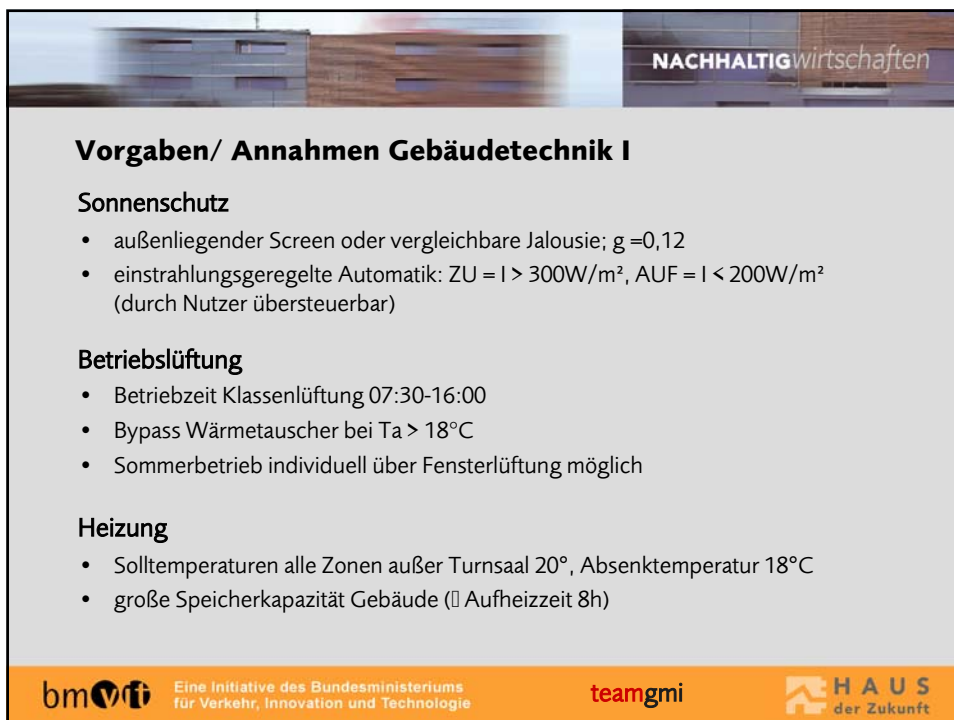
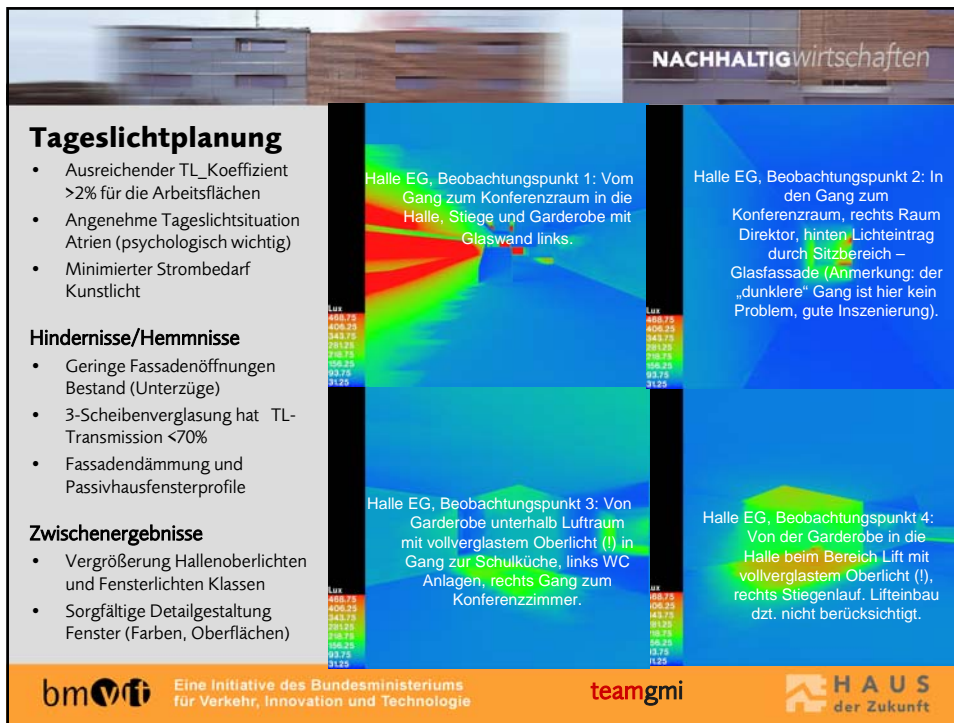
NACHHALTIGwirtschaften



bm  Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

teamgmi

 HAUS der Zukunft



Vorgaben/ Annahmen Gebäudetechnik II

Nachtlüftung

- Automatische Fensterflügel AUF: RT > 23°C, ZU RT: < 21°C (Luftwechsel mind. 2/h)
- Während Heizperiode und Übergangszeit außer Funktion
- Auch über Lüftungsgeräte möglich

Beleuchtung

- 2 getrennt aktivierbare Beleuchtungskörper parallel zur Fassade
- maximale Lichtleistung 12 W/m²
- Strahlungsintensität < 150 W/m² □gangseitige Beleuchtung ein (gemäß TL - Sim.: 300lx auf Arbeitsfläche im hinteren Raumbereich ab 150W/m² Einstrahlung)
- Strahlungsintensität < 75 W/m² □ gesamtes Kunstlicht ein

V1 Zentrale Lüftungsgeräte:

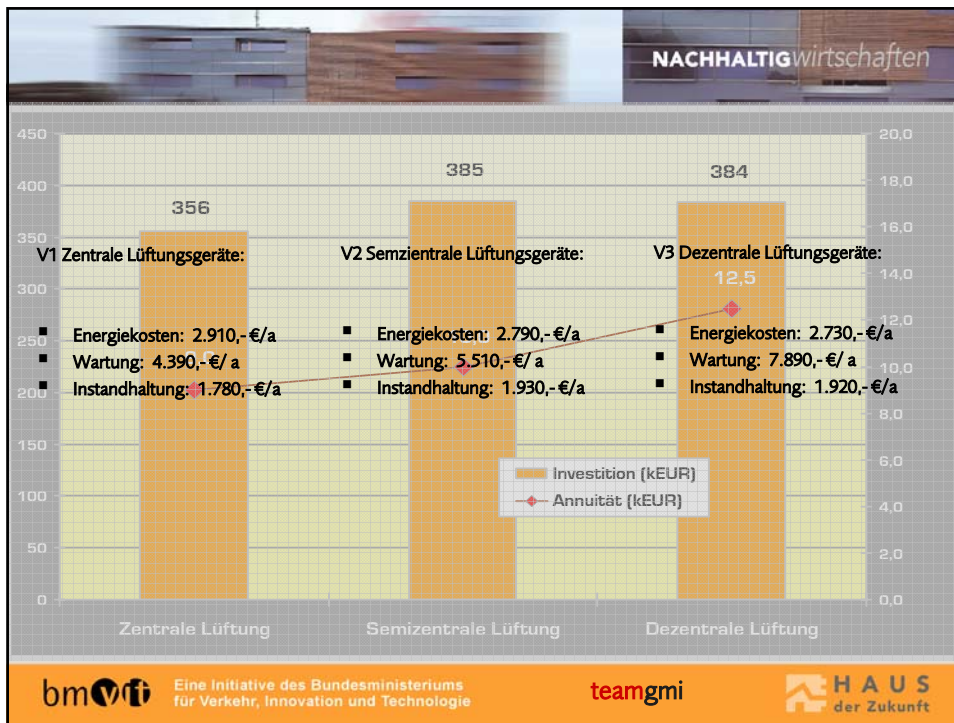
- + Rotationswärmetauscher
- + Erdreichwärmetauscher
- + Teilbeheizung leicht möglich
- + Wärmeausgleich wärmere/kühlere Zonen
- + Gang mitbelüftet
- + vgl. geringer Aufwand Wartung
- Hoher Raumbedarf, schwierige Luftverteilung
- Schallschutz, Brandschutz und Regelung
- Luftkanalleitungslängen wg rechteckigem Grundriss
- eingeschränkte Regelungsmöglichkeiten
- Geruchsverschleppung
- Ausführungsaufwand

V2 Semizentrale Lüftungsgeräte:

- + Einfachere Regelung
- + Restliche Punkte wie V1
- Höchster Raumbedarf, schwierige Luftverteilung
- Restliche Punkte wie V1

V3 Dezentrale Lüftungsgeräte:

- + Einfache, klassenweise Auslegung,
- + modulweise Errichtung
- + modulweise Anwendbarkeit
- + Einfache, klassenweise Regelung
- + kurzes Luftkanalnetz
- + Einfache Reinigung
- Aufwändiges Fassadendetail
- Kein Rotationswärmetauscher
- Kondensatentwässerung
- Wartungsaufwand
- Risiko Kälteerscheinungen
- Kein Erdwärmetauscher



NACHHALTIGwirtschaften

2.4 Praxis Testphase mittels Musterklasse

Auf Basis der Ergebnisse des Forschungsprojektes wurde ein dreiviertel Jahr vor Baubeginn eine Musterklasse zur Erprobung und weiteren Optimierung der theoretischen Ergebnisse errichtet und für den weiteren Umsetzungsprozess des Demonstrationsprojektes ausgewertet.




Die Fensterflügel wurden weiter optimiert. Nur ein Fensterflügel über Gesamthöhe und rahmenlose Fixverglasungselemente.

Logos: bmvti, teamgmi, HAUS der Zukunft

NACHHALTIGwirtschaften

bmvi Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

teamgmi

HAUS der Zukunft

NACHHALTIGwirtschaften

Deutlich zu erkennen die Verlegung der Fensterebene von ganz innen auf außerhalb der Säulen

Die 90° abgewinkelte Luftkanalführung verursachte Strömungsgeräusche, die durch Schrägführung vermieden werden konnten. Die Kondensableitungen konnten ins Gerät verlegt werden. Der Versuch, die Jalousien nicht bis hinunter zu führen, konnte wegen Überhitzung nicht umgesetzt werden.

bmvi Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

teamgmi

HAUS der Zukunft

Gegenüberstellung der Kosten der Sanierungsvarianten des Bauvorhabens HS 2 und PTS - Schwanenstadt			
Baukosten (1 - 6) bzw. Errichtungskosten (1 - 9) gem. ÖNORM B 1801-1 In Euro			
Schule	Kostenbereich	Ursprüngliches Sanierungskonzept gem. Mindeststandards	Haus der Zukunft Nachhaltige Schulsanierung
Musikhauptschule	1-9	3.375.000,00	4.151.855,00
	1-6	3.014.000,00	3.681.912,50
PTS	1-9	1.933.000,00	2.367.500,00
	1-6	1.713.000,00	2.073.137,50
Gesamt netto:	1-9	5.308.000,00	6.519.355,85
	1-6	4.727.000,00	5.755.050,00
20% Mwst	1-9	1.061.600,00	1.303.871,17
	1-6	945.400,00	1.151.010,00
Bruttokosten verglichen	1-9	6.369.600,00	7.823.230,50
	+4%	6.467.882,00	
Differenz			1.350.000,00



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



Mehrkostenaufschlüsselung	Einzelmaßnahmen	Einzelkosten	Zwischensumme
Passivhaustechnologie	Wärmedämmung	125.000.-	Ca. 8,1% zu Referenz-kosten 525.000.-
	Passivhausfenster	150.000.-	
	Haustechnik mit kontrollierter Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung	250.000.-	
Tages- und Kunstlichtmanagement	Inkl. Solar- und Tageslicht optimierter Sonnenschutz	125.000.-	Ca. 1,9% 125.000.-
Ökologische Maßnahmen	Holzbautechnologie für Fassade aus nachwachsenden Rohstoffen anstatt Polystyrolfassade	175.000.-	Ca. 2,7% zu Referenz-kosten 175.000.-
Zusätzliche bautechnische Sanierungen	Neue konstruktive Dacheindeckung über gesamten Bestand zur Vermeidung regelmäßiger Sturmschadensanierungen	175.000.-	275.000.-
	Zusätzliche Böden und Nebenräume, spez. im Turnsaalbereich	100.000.-	
Zusätzliche bauliche Maßnahmen für Nutzungsfunktionen	Mehrweckraum Musikhauptschule	145.000.-	250.000.-
	2. Fluchttiegenhaus + Brandabschnitt	105.000.-	
Gesamtsumme Mehrkosten (Bezugsgröße: Kostenschätzung konv. Sanierung: 6,468.000 EUR]			1,350.000.-



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie





NACHHALTIGwirtschaften

Montage der bis 24 Meter langen vorgefertigten Wandelemente samt Fassade und Fenstern

Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften

Innerhalb von nur vier Tagen konnte der gesamte Baukörper der HS II mit der neuen thermischen Hülle verkleidet werden.

Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften



Die alte Dachstuhlkonstruktion wurde entfernt.

Auf die bestehende Stahlbetondecke wurde anschließend als Bauprovisorium eine Bitumendichtung aufgeflämmt, welche später gleich als Dampfsperre dient.



Detailschnitt: Dachaufbau – Wärmebrückenfreie Attikaausbildung



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie





NACHHALTIGwirtschaften

Die alten Stahlbetonattiken wurden in der Höhe mehr als zur Hälfte abgeschnitten, um eine durchgehende Wärmebrücke zu vermeiden.







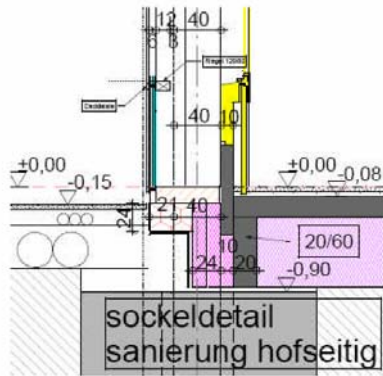
Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie





4.3.3 Bodendämmung

Vollständige Ausdämmung des ca. 50 bis 70 cm hohen Hohraumes unter der Bodenplatte mit zementgebundenem Schaumglasschotter. Dieser wurde mittels Druckluftschlauch über einen Tankwagen durch die Bodenplattenbohrungen direkt eingeblasen.



Im Sockelanschluß Bereich wurde eine dreilagige XPS-Dämmung mit insgesamt 34 cm Dämmstärke auf den bestehenden Sockel angebracht.



Blick in den mit Schaumglasschotter ausgeblasenen ca. 60 – 70 cm hohen Hohlraum unter der Bodenplatte, bevor dieser vollständig ausgeblasen wurde.

NACHHALTIGwirtschaften

 Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
 


NACHHALTIGwirtschaften

 Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
 


NACHHALTIGwirtschaften

06-06-2006 Nach zwei Wochen Regen muss nun mit der Montage begonnen werden.

Sowohl die Holzstützen, die Deckenträger und die Brettstapeldecken wurden mit fertigen Sichtoberflächen geliefert und montiert.

Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften

07-06-2006 Am zweiten Tag werden bereits die Wandelemente des ersten Stockwerks versetzt.

Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften

08-06-2006 Am Ende des dritten Tages sind drei Geschosse montiert und das Dach dicht.

Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften

Deckenvariante B
Holzbetonverbunddecke

**Legende Deckenvariante B
Holzbetonverbunddecke:**

- 1 Fußbodenbelag
- 2 Trockenestrich (2lagig verleimte Spanplatten)
- 3 Trittschalldämmung
- 4 Beschüttung
- 5 Aufbeton
- 6 Brettschichtholzdeleendecke
- 7 Dübel
- 8 Bewehrung

Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften




 Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
 


NACHHALTIGwirtschaften




 Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
 






Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

teamgmi



WA Linz- Markartstraße

Rahmenbedingungen Sanierung

- Erdgeschoss Niedrigenergiestandard, Obergeschosse Passivhausstandard
- Solarwabenfassade umlaufend
- Komfortlüftung mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung
- möglichst geringe Umbaumaßnahmen

Studienschwerpunkte Haustechnikplanung


- Nachweis Passivhaustauglichkeit
- Vergleich Planungsoptionen Wohnraumlüftung Semizentral (25WE)/Dezentral (raumweise) mit Gerätemarktanalyse
- Warmwasserbereitung: Untersuchung Kompatibilität der bestehenden raumluftabhängigen Gasdurchlauferhitzer mit Passivhauskonzept



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

teamgmi








NACHHALTIGwirtschaften

WA Linz- Markartstraße

Nachweis Passivhaustauglichkeit

- Einbindung der Solarwabenfassade ins PHPP
- Einfluss Verschattung durch Nachbargebäude und auskragende Bauteile
- Energiekennzahlberechnungen für das Gesamtgebäude sowie für „ungünstige“ Einzelwohnungstypen
- Variantenanalyse mit/ohne Erdgeschoss; mit/ohne Solarwaben
- Variantenanalyse Holz/Alu- und Kunststoffenster
- Ausführungsvariante: Energiekennzahl von 14,4kwh/m²a (ohne EG)
- Gebäudedichtigkeit/ Luftwechsel bei Drucktest (n50) von 0,6-fach pro Stunde angenommen

 Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
 




NACHHALTIGwirtschaften

WA Linz- Markartstraße

Ergebnisübersicht Energiestudie BV Markartstrasse; Linz

Nachfolgende Übersichtstabelle zeigt die letztgültigen Ergebnisse der PHPP-Berechnungen, abgestimmt mit dem PH-Institut Darmstadt - Stand 23. Februar 2005.

Gebäudetyp / Berechnungstyp		Heizwärmebedarf [kWh/(m ² a)]	Heizlast W/m ²
1.	Gebäude gesamt mit Solarwabenfassade (GAP)	18,6	14,1
2.	Gebäude gesamt wie 1. nur Nordfassde ohne Solarwabenfassade	18,8	14,1
3.	Gebäude gesamt komplett ohne Solarwabenfassade	20,3	14,4
4.	Gebäude ohne Erdgeschoss mit Solarwabenfassade (GAP)	15,4	13,2
5.	Gebäude ohne Erdgeschoss ohne Solarwabenfassade	16,7	13,4

 Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
 


WA Linz- Markartstraße

Ergebnisübersicht Energiestudie BV Markartstrasse; Linz

Nachfolgende Übersichtstabelle zeigt die letztgültigen Ergebnisse der PHPP-Berechnungen, abgestimmt mit dem PH-Institut Darmstadt - Stand 23. Februar 2005.

Gebäudetyp / Berechnungstyp		Heizwärme- bedarf [kWh/(m ² a)]	Heizlast W/m ²
4.	Gebäude ohne Erdgeschoss mit Solarwabenfassade (GAP)	15,4	13,2
4A.	mit verbesserter Luftdichtigkeit von 1,0 auf 0,6-fach/Stunde sowie Luftwechsel von 0,38-fach/Stunde auf 0,3-fach/Stunde reduziert	12,7	11,1
4a.	mit verbesserter Luftdichtigkeit von 1,0 auf 0,6-fach/Stunde	13,7	11,5
4b.	wie 4a + eliminieren der Wärmeverluste an Nachbarwohnungen	13,7	10,8
4c.	wie 4b + Verbesserung Wärmerückgewinnung von 75% auf 85%	11,5	10,0

WA Linz- Markartstraße

Ergebnisse Auswahl Lüftungsprinzip + Marktanalyse Lüftungsgeräte

- Investitionskosten: nahezu Preisgleichheit
- deutliche Vorteile Umsetzbarkeit im bewohnten Zustand für dezentrale Lösung
- Entscheidung dezentrale Lösung mit „Einzelraumlüftern“
 - Marktanalyse Einzelraumlüfter zu den Kriterien
 - bauaufsichtliche Zulassung (erfüllen nur zwei der untersuchten Gerätetypen)
 - Wärmerückgewinnung, Schalleistung, Leistungsaufnahme im Auslegungszustand
 - Kosten, Einbaumöglichkeit Sanierungsfall
 - Funktionsweise (Intervall vs. Kontinuierlich)
- Entscheidung zur Geräteauswahl

NACHHALTIGwirtschaften

Projekt:	Sanierung Markartstraße - GfWOG								
Bearbeitung:	Planungsteam E-Plus, Egg								
Gegenüberstellung von Einzelraum- Lüftungsgeräten									
Produktbezeichnung	Volumenstrom	WRG	Schallleistung	Abmessungen	Leitungsaufnahme	Bohrungen	Listenpreis	Bemerkungen:	
Fabrikat	Type	Stufe [m³/h]	%	dB(A)	hxbxt [cm]	Stufe [Watt]	da [mm]	€ ohne MwSt	
InVENTer	InVENTer 14	16 bis 34	>75%	19 bis 25	innen rund dm 29 außen 28x28	2 bis 4	1x220	ca. 550,-	bauaufsichtliche Zulassung IV 25 vorhanden. Bussystem nicht möglich, jed. Betriebsstundenaufzeichnung in Zentralsregler integriert. Wärmetauscher und Kunststofffilter waschbar. Preisangabe inkl. Kostenanteil Zentralsregler (85 €) und Anteil Verkabelung (70 €) pro Gerät. Annahme 3-4 Geräte/WE erforderlich
Meltem	M-WRG	15 bis 60	>70%	19 bis 35	40,9/38,8/19,8	3,8 bis 12,5	2x120	ca. 770,-	bauaufsichtliche Zulassung IV 25 vorhanden. Busansteuerung nur bei Komfortmodell möglich (Einzelpreis 900,- €) pro Zimmer ein Gerät erforderlich. Einzelregelung in jedem Gerät integriert. Annahme 3-4 Geräte/WE erforderlich
Variante (semi)zentrale Lüftungsanlage - 2 Geräte für 50 WE									
Lufta	MAX 2000	200 bis 2000	>80%	im Raum <26	ca. 360/105/78	700 W bei 1750m³/h	_____	n.E.	2 ST Geräte à 1750m³/h für je 25 WE. Einzelwohnungsregelung über dezentrale Volumenstromregler und Konstantdruckregelung der Ventilatoren im Zentralsgerät. Bauaufsichtliche Zulassung vorhanden; hohe WRG. Bauliche Maßnahmen: In jedem Stiegenhaus muß ein Steigschacht von je 70x35 cm errichtet werden. Die Decken in den Vordäumen der Wohnungen sollten Abgehängt werden sowie kleiner Bereiche in einzelnen Zimmer.
Alle Angaben lt. Hersteller, bzw. Protokollen									

HAUS
der Zukunft

NACHHALTIGwirtschaften

WA Linz- Markartstraße

Ergebnisse Untersuchung Warmwasserbereitung

- Luftdichtigkeit Widerspruch zu bestehenden raumluftabhängigen Gasthermen
- Lösungsidee 1: elektrischer Kontakt im Gasgerät 25m³/h Zuluftüberschuss
- Lösungsidee 2: Abgaswächter z.B. T > 60 °C 25m³/h Zuluftüberschuss
- Vorschreibung Linz AG: freie Lüftungsöffnung von 40 cm² nach außen bzw. zum Stiegenhaus
- Lösungsidee 3: schallgedämmte Überströmöffnung zum teilbeheizten Gang
- keine Freigabe durch Feuerwehr Linz
- Ergebnis: Lösung Fernwärme- Wohnungsstationen

HAUS
der Zukunft