

# Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau

Umsetzung des Passivhausstandards und -komforts  
in der Altbausanierung von Einfamilienhäusern  
am Beispiel EFH Pettenbach

G. Lang, M. Lang,  
B. Krauß, E. Panic, H. C. Obermayr, R. Wimmer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**38/2007**

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>  
oder unter:

Projektfabrik Waldhör  
Währingerstraße 121/3, 1180 Wien  
Email: [versand@projektfabrik.at](mailto:versand@projektfabrik.at)

# Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau

Umsetzung des Passivhausstandards und -komforts  
in der Altbausanierung von Einfamilienhäusern  
am Beispiel EFH Pettenbach

Ing. Günter Lang, Mathias Lang  
LANG consulting

DI Bernd Krauß  
planungsteam E-plus

DI Hans Christian Obermayr  
Obermayr Holzkonstruktionen GmbH

Ing. Emanuel Panic  
TB Panic

Roland Wimmer  
Schloßgangl GmbH & Co KG

Wien, April 2006

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



**Autoren:**

Ing. Günter Lang und Mathias Lang  
DI Bernd Krauß und Ing. Emanuel Panic  
DI Hans Christian Obermayr und Roland Wimmer

**Projektpartner Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau:**

<b>Familie Ing. Werner u. Gabriele Schwarz</b>	Pettenbach	Bauherrn
<b>LANG consulting</b> Projektleitung und Projektierung	Wien	Ing. Günter Lang Mathias Lang
<b>Planungsteam E-Plus</b> Haustechnikplanung und Bauphysik PHPP	Egg	DI Bernd Krauß
<b>TB Panic</b> Qualitätssicherung, Luftdicht- Thermografiemessung, Wärmebrücken	Schleißheim	Ing. Emanuel Panic
<b>Techn. Büro Ing. Peter Scheibelhofer</b> OÖ. Energieausweis	Walding	Ing. Peter Scheibelhofer
<b>PAUAT Architekten</b> Projektbegleitung Planung	Wels	Arch. DI Heinz Plöderl
<b>Obermayr Holzkonstruktionen GesmbH</b> Holzbau, Dach, Fassade, Innenausbau	Schwanenstadt	DI Bernhard Obermayr
<b>Schloßgangl GesmbH &amp; Co KG</b> Heizung – Lüftung - Sanitär	Steyr	Roland Wimmer
<b>Sodian Baugesellschaft mbH</b> Baumeisterarbeiten	Vorchdorf	Ing. Herbert Pichlmann
<b>drexel &amp; weiss energieeffiziente haustechniksysteme GmbH</b> Komfortlüftungsgerät Kompaktaggregat	Wolfurt	Ing. Christof Drexel
<b>Josko Fenster und Türen GmbH</b> Fenster, Türen, Jalousien	Kopfling	Ing. Franz Braid
<b>Isocell Vertriebs Ges.m.b.H</b> Zellulosedämmung, Luftdichtheitsmessung	Neumarkt	Franz Fößleitner
<b>BASF</b> XPS Schirmdämmung	Ludwigshafen	DI Margit Pfundstein
<b>Porextherm Dämmstoffe GmbH</b> Vakuumdämmung	Kempton	Gregor Erbenich
<b>Saint-Gobain Isover Austria</b> Distanzbodenkonstruktion	Stockerau	DI Zdenka Debartoli
<b>Ertex Solar GmbH</b> Fassadenintegrierte Photovoltaikmodule	Amstetten	DI Martin Aichinger

**Besten Dank für die hervorragende Zusammenarbeit an alle Projektbeteiligte**  
Wien, April 2006





## Kurzfassung

Die vorbildhafte Umsetzung des Passivhausstandard und -komfort in der Altbausanierung von Einfamilienhäusern am Beispiel EFH Schwarz in Pettenbach/OÖ stellt Österreichweit eine Premiere dar. Neben der radikalen Reduktion des Energieverbrauchs um 95% und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Raumwärme um 93% stand bei diesem Demonstrationsprojekt im Rahmen der Forschungsprogrammlinie „Haus der Zukunft“ des BMVIT die innovative Sanierung mit hohem Vorfertigungsgrad durch vorgehängte Holzwandelemente im Vordergrund.

Im Bodenaufbau konnte mit der Vakuumdämmung trotz begrenzter Aufbauhöhe der hohe Dämmstandard erzielt werden. Die Wärmebrücken des bestehenden aufgehenden Mauerwerks wurden mit Hilfe einer rundum laufenden Schirmdämmung entschärft. So wurde trotz Verdoppelung der Nutzfläche von 97 m<sup>2</sup> auf 217 m<sup>2</sup> der Heizwärmebedarf von 27.100 kWh/a Flüssiggas auf lediglich 3.170 kWh/a Strom aus Sonnenenergie reduziert!

Das optimierte Lüftungssystem mit einem hocheffizienten Kompaktgerät sichert permanent Frischluft im ganzen Haus und stellt den erforderlichen Restwärme- und Warmwasserbedarf zur Verfügung. Die fassadenintegrierten Photovoltaik-Paneele mit einer Leistung von 2,4 kWp decken den gesamten Restwärmebedarf.

Der maximale Einsatz nachwachsender Rohstoffe und die Sanierung des Altbaus statt Abriss und Neubau reduzierte außerdem um 80% den Verbrauch an nicht nachwachsenden Rohstoffen und den Einsatz an grauer Energie.

Der konsequente Umbau zum Passivhaus hat gegenüber einer konventionellen Sanierung 16% und der Einsatz ökologischer Maßnahmen 11% Mehrkosten verursacht. Auf Grund der dramatisch reduzierten Energiekosten, die zu erwartenden Heizkostensteigerungen und die höchsten Förderungen macht sich die konsequente Sanierung für die Bauherrn jedoch innerhalb weniger Jahre bezahlt. Die steigenden Energiepreise verschaffen den Bewohnern damit mit Sicherheit kein Kopfzerbrechen mehr!

## Motivation

Die thermisch nachhaltige Altbausanierung stellt mit Abstand den wichtigsten Beitrag für eine wirkungsvolle Reduktion der CO<sub>2</sub> - Emissionen im Kyotomaßnahmenpaket dar. Hierbei ergibt sich die Chance, sanierungsbedürftige Gebäude gleich auf einen hohen Standard hinsichtlich Energieeffizienz und Nutzerkomfort zu bringen. Eine erhebliche Steigerung des Wohnkomforts gegenüber konventionell sanierten Gebäuden bietet speziell die Komfortbe- und Entlüftung mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung, welche permanent Frischluft in allen Räumen und behagliche Wohnqualität wie in einem Neubau garantiert.

„Wohnkomfort, Energieeinsparung und Klimaschutz sind kein Widerspruch, sondern die beste Zukunftssicherung. Das Passivhaus bietet dazu sowohl im Neubau als auch Altbausanierung die beste Voraussetzung für ein gutes und gesundes Klima.“ Eine nachhaltige Klimarettung erfordert engagierte Projekte und Menschen.

## Ziele

Für Sanierung und Zubau wurden sehr gute Kosten-/Nutzeffekte erzielt:

- **Hohe Nutzungsqualität:** gute Frischluftqualität in allen Zimmern, verbesserte Tageslichtsituation, erheblich verbesserter thermischer Komfort. Hohe Vorfertigung und kurze Montagezeiten auf der Baustelle.
- **Sehr geringer Energiebedarf:** Heizwärme- und Primärenergiebedarf gemäß Passivhausgrenzwerten um 95% geringer als Bestand und ca. 75% geringer als bei einer konventionellen Sanierung.
- **Steigerung der Gebäudequalität:** hoher Gebäudewert durch eine nachhaltige, langfristig bestehende Sanierung, geringe Lebensdauerkosten.
- **Vorbildwirkung:** erste Passivhausanierung eines Einfamilienhauses, zukunftsweisendes Konzept in den Bereichen Energieeffizienz und moderner Wohnbau

## Innovative Aspekte



Die Ummantelung des Erdgeschosses bildet die Basis der innovativen Sanierung. Dem örtlichen Bestand angepasst wurden die Aufhängepunkte gesetzt, vermessen, und gemäß der 3D-CAD-Planung die Einhängeteile auf den Wandelementen vormontiert.

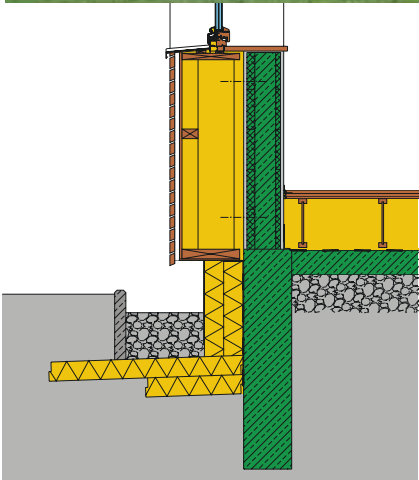


Die Montage der Elemente samt Fassade und Fenstern ohne jede weitere Befestigung vor Ort erfolgte problemlos innerhalb eines Tages. Auf diese Art kann die Holzbauweise auch in der Sanierung voll ihre Vorteile ausspielen. Als Dämmung wurde Zellulose eingesetzt, die fugenfrei die Unebenheiten des Bestandes ausgleicht.



Dieses Pilotprojekt ist nun Startschuss für eine breite Anwendung des revolutionären Holzbausystems im Altbau.

Schulen während des Schuljahres, Bürogebäude während der Arbeitszeit und bewohnte Wohnbauten zu sanieren ohne die Benutzer lange zu beeinträchtigen. In wenigen Tagen erhalten Gebäude eine komplett neue hoch wärmedämmende Hülle. Ein zukunftsträchtiges Marktsegment für den Holzbau!

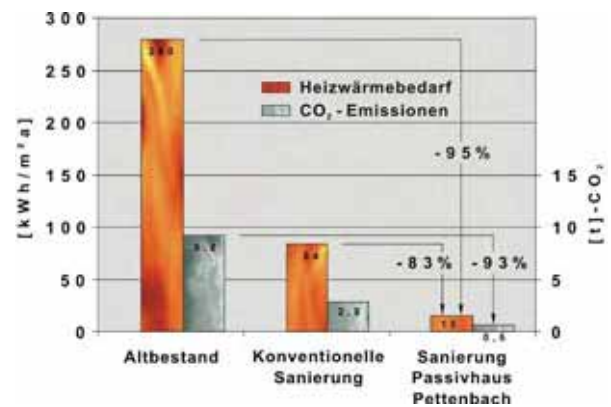


Die Minimierung der Wärmebrücken im Bereich aufgehendes Mauerwerk wurde durch eine großflächige, dicke Schirmdämmung im Erdreich erzielt. Die Bewältigung dieser Schwachstellen in der Altbausanierung stellen sicher eine Schlüsselrolle bei einer erfolgreichen Sanierung auf Passivhausstandard dar, werden in der Regel bei Sanierungen aber fast immer vernachlässigt, „da sie ja scheinbar nicht sichtbar unter der Erde vergraben sind“.

## Nachhaltigkeit / Effizienz

Mit der Sanierung wurde die alte Substanz erhalten und neue Baustoffe ressourcenschonend zum Einsatz gebracht. Trotz doppelten Bauteilvolumens konnte Verbrauch an nicht nachwachsenden Rohstoffen ca. 80 % reduziert werden.

Ebenso positiv stellt sich die Ökobilanz der „Grauen Energie“ dar. Höchste Effizienz und Nachhaltigkeit des Pilotprojekts in Punkto Energie und CO<sub>2</sub> Ausstoß.



	Vor Sanierung	Nach Sanierung
Nutzfläche	97 m <sup>2</sup>	217 m <sup>2</sup>
Heizwärmebedarf	27.100 kWh/a	3.170 kWh/a
Energiequelle	Flüssiggas	2,4 kWp PV Anlage
Heizwärmebedarf nach PHPP	280 kWh/m <sup>2</sup> a	14,6 kWh/m <sup>2</sup> a
CO <sub>2</sub> Emissionen		- 93%
Luftdichtheit n <sub>50</sub>	5,1 h <sup>-1</sup>	0,5 h <sup>-1</sup>

### Mehrkosten rechnen sich vom ersten Tag an!

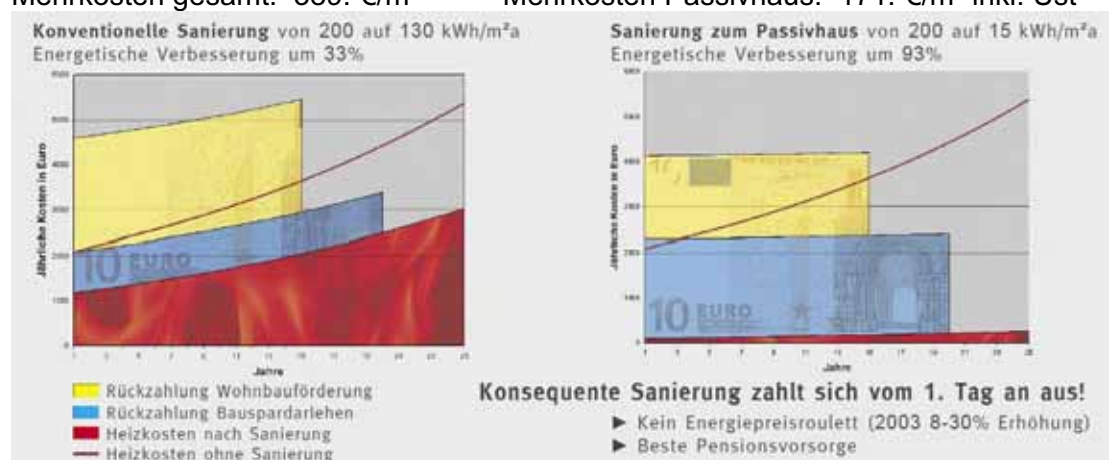
Der konsequente Umbau zum Passivhaus hat gegenüber einer konventionellen Sanierung 16% und der Einsatz ökologischer Maßnahmen 11% Mehrkosten verursacht. Die Bauherren erhalten damit allerdings auch die höchsten Förderungen und Zuschüsse vom Land. Das verbleibende höhere Bankdarlehen wird jedoch zur Gänze von den dramatisch reduzierten Energiekosten abgedeckt. Zudem sind die Bankzinsen niedriger als die zu erwartenden Heizkostensteigerungen, womit sich die konsequente Sanierung auf jeden Fall auszahlt.

Baukosten: 1.456.- €/m<sup>2</sup> inkl. Ust.

Bauzeit: November 2004 bis Juni 2005

Mehrkosten gesamt: 389.-€/m<sup>2</sup>

Mehrkosten Passivhaus: 171.-€/m<sup>2</sup> inkl. Ust



## Summary

The exemplary implementation of the passive-house standard and comfort in the rehabilitation of already existing single-family homes as demonstrated in the house of the Schwarz family at Pettenbach, Upper Austria is unique for Austria. Apart from the dramatic reduction of energy consumption amounting to around 95% and of CO<sub>2</sub> emissions for room heat by 93%, this show-case project within the framework of the research programme line called „House of the future“ conducted by the Austrian Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology (BMVIT) focussed primarily on the innovative modernisation and rehabilitation concept based on a high degree of prefabricated hook-in timber wall elements.

As for the floor, the high insulation standard could be reached by using vacuum insulation although the floor height was limited. The thermal bridges of the existing rising brickwalls were compensated by a circumferential umbrella-shaped insulation. With this, the heating energy requirement of 27,100 kWh/a of liquid gas were reduced to only 3,170 kWh/a power generated from solar energy, even though the useful floor space was doubled from 97 m<sup>2</sup> to 217 m<sup>2</sup>!

The optimized ventilation system using a highly efficient compact unit ensures permanent supply of fresh air throughout the building and covers the required residual heat and hot water demand. The 2.4 kWp photovoltaic panels integrated into the façade cover the entire residual heat demand.

The use of a maximum quantity of renewable resources and the upgrading of the old building instead of tearing it down and building a new house also cut the consumption of non-renewable raw materials and of grey energy by 80%.

Compared with conventional rehabilitation methods, the consistent conversion of the building to fulfil the passive-house standard has caused additional costs of 16%, the use of ecological measures additional costs of 11%. Due to the dramatically lowered energy costs, the anticipated rise of heating expenses and eligibility to obtain the highest public subsidy scheme, consistent rehabilitation will pay off for the building owners within a few years. Residents will certainly no longer have to worry about soaring energy prices!

### Motivation

The thermally sustainable rehabilitation of old buildings is the most important contribution by far to achieve effective reduction of CO<sub>2</sub> emissions within the Kyoto framework, while at the same time offering the opportunity of providing buildings in need of rehabilitation with a high level of energy efficiency and user comfort from the very beginning. Compared with conventional rehabilitation, it is in particular the comfortable ventilation and air extraction system including heat recovery that guarantees a permanent supply of fresh air in all rooms and comfortable living quality like in a new building.

„Living comfort, energy saving and climate protection are no contradiction, but the best way to secure the future. The passive house offers the best prerequisites of providing a sound and healthy climate both in the construction of new and rehabilitation of old buildings.“ Sustainable efforts to save the climate call for dedicated projects and committed people.

## Objectives

Very promising cost/benefit effects were achieved for the rehabilitated and the new part of the building:

- **High occupational quality:** Good fresh air quality in all rooms, improved daylight situation, considerably improved thermal comfort. High degree of prefabrication and short installation time on the construction site.
- **Very low energy requirement:** Heating energy and primary energy demand according to passive-house limit values 95% lower than in the existing building and around 75% lower than with conventional rehabilitation.
- **Enhanced building quality:** High building value due to sustainable, long-term rehabilitation measures, low life-cycle costs.
- **Role-model effect:** First rehabilitation of a single-family house according to the passive-house standard, future-oriented concept in all fields of energy efficiency and state-of-the art residential housing

## Innovative aspects



The encasement of the ground floor is the basis of the innovative rehabilitation concept. Adapted to the existing building, the suspension points were set and measured, and the hook-in parts were pre-installed on the wall elements as provided for by the 3D-CAD planning.

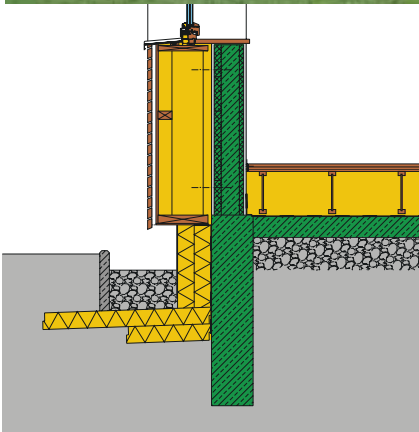


The elements including the façade and the windows without any further attachment were installed smoothly on the spot during the first day. This is how the timber construction can make full use of its benefits even in the rehabilitation of old buildings. The insulation material used was cellulose, which levels out the irregularities of the existing building, leaving no joints at all.



This pilot project has paved the ground for a wide-range application of the revolutionary wooden construction system in old buildings.

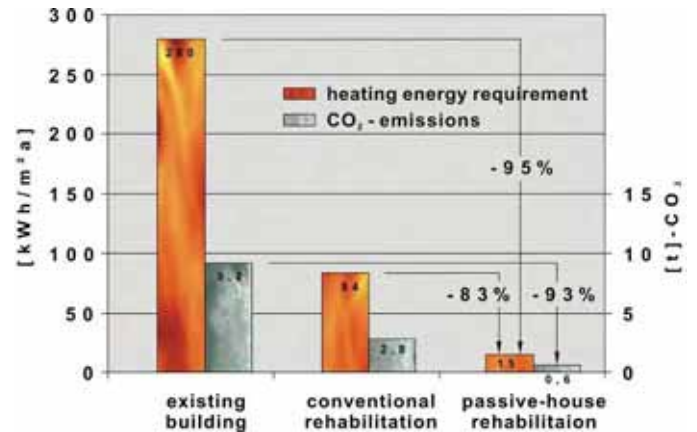
Converting schools during the school year, office buildings during working hours and residential buildings with inhabitants living inside and without impairing the users too long. Within a few days, the buildings will receive their completely new and highly heat-insulating envelope. A future-oriented market segment for timber construction!



Thermal bridges in the rising brickwall were reduced by an extensive, thick umbrella-type insulation in the ground. While making up for these gaps certainly is key to successful rehabilitation of existing buildings to passive-house standard, this is often neglected, „because they seem to be invisibly buried in the ground“.

## Sustainability / efficiency

Rehabilitation allowed maintaining the existing building substance and using new construction materials by sparing resources. Despite of the double volume of construction elements, the consumption of non-renewable raw materials was reduced by some 80 %. Equally positive is the life-cycle analysis of the „grey energy“. Supreme efficiency and sustainability of the pilot project concerning energy and CO<sub>2</sub> emissions.



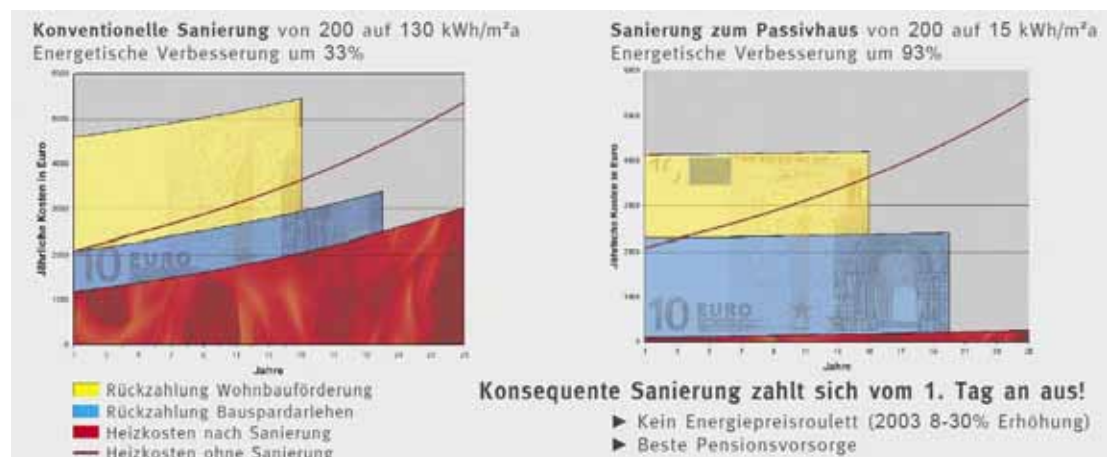
	Pre-rehabilitation	Post-rehabilitation
Useful floor space	97 m <sup>2</sup>	217 m <sup>2</sup>
Heating energy requirement	27,100 kWh/a	3,170 kWh/a
Energy source	Liquid gas	2,4 kWp PV plant
Heating energy requirement acc. to PHPP	280 kWh/m <sup>2</sup> a	14.6 kWh/m <sup>2</sup> a
		- 95%
CO <sub>2</sub> emissions		- 93%
Airtightness n <sub>50</sub>	5.1 h <sup>-1</sup>	0.5 h <sup>-1</sup>

## Additional costs pay off from the very first day!

Compared with conventional rehabilitation measures, the consistent conversion into a passive house has generated additional costs of 16%, the use of ecological measures additional costs of 11%, but at the same time, the building owners obtain the maximum government subsidies and grants. The remaining higher bank loan is fully covered by dramatically reduced energy expenses. Additionally, bank interests are lower than the anticipated increase in heating costs; this is why consistent rehabilitation of old buildings pays off in any case.

Construction costs: 1,456.- €/m<sup>2</sup>

Construction period: November 2004 to June 2005



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>15</b>
1.1	Ausgangssituation – Problembeschreibung.....	15
1.2	Bedeutung des Projektes für die Programmlinie „Haus der Zukunft“ .....	17
1.3	Folgeabschätzungen.....	18
1.3.1	Folgeabschätzung in wirtschaftlicher Hinsicht .....	19
1.3.2	Folgeabschätzungen in volkswirtschaftlicher Hinsicht .....	23
1.3.3	Folgeabschätzung in gesellschaftlicher Hinsicht .....	24
1.3.4	Folgeabschätzung in ökologischer Hinsicht.....	25
1.4	Schwerpunkte des Demonstrationsprojektes.....	30
1.4.1	Schwerpunkt - Alternative Entwurfsplanung auf Passivhausstandard.....	30
1.4.2	Schwerpunkt – Passivhaustaugliche Gebäudehülle .....	30
1.4.3	Schwerpunkt – Gebäudetechnik .....	31
1.5	Vorarbeiten zum Thema Altbausanierung auf Passivhausstandard .....	32
1.5.1	Vorarbeiten der ursprünglichen Sanierungsplanung.....	32
1.5.2	Theoretische allgemeine Vorarbeiten .....	32
1.5.3	Vorarbeiten – Erste Passivhaus Schulsanierung.....	33
1.5.4	Vorarbeiten - Erstes Mehrfamilien- Passivhaus im Altbau.....	33
<b>2</b>	<b>Methodik und Datenerfassung .....</b>	<b>34</b>
2.1	Alternative Entwurfsplanung auf Passivhausstandard.....	34
2.1.1	Analyse des bestehenden Einfamilienhauses .....	34
2.1.2	Analyse der Raumanforderungen .....	34
2.2	Energieeffizienz und Komfort – Planungswerkzeuge .....	34
2.2.1	Passivhausprojektierungspaket PHPP .....	34
2.2.2	Wärmebrückenberechnung mit Flixo 4.11 .....	35
2.2.3	Bewertung nach dem neuen klima:aktiv Passivhaus Kriterienkatalog.....	35
2.3	Datengrundlagen .....	35
2.3.1	Lüftung, Energieverbrauch, Komfort, Kosten.....	35
<b>3</b>	<b>Das Projekt.....</b>	<b>36</b>
3.1	Projektbeschreibung - Bestand.....	36
3.2	Allgemeine Umsetzungsansätze.....	39
3.3	Bauliche und nutzungstechnische Anforderungen der Sanierung .....	40
3.3.1	Sanierungskriterien .....	40
3.3.2	Arbeits- und Zeitplan des Demonstrationsprojektes .....	41

<b>4</b>	<b>Architektur und Gebäudekonstruktion .....</b>	<b>42</b>
4.1	Lagepläne .....	48
4.2	Perspektive - Visualisierung.....	48
4.3	Grundrisse, Schnitte und Ansichten.....	49
4.3.1	Grundriss Erdgeschoss.....	50
4.3.2	Grundriss Obergeschoss .....	51
4.3.3	Grundriss Kellergeschoss .....	52
4.3.4	Schnitte .....	53
4.3.5	Flächenermittlung .....	54
4.4	Thermische Gebäudehülle.....	55
4.4.1	PHPP - Berechnungen Heizwärmebedarf und Heizlast.....	56
4.5	Teilabbruch und Auswechslungen im Altbaubestand .....	62
4.6	Sanierung und Aufstockung in Holzbau.....	65
4.6.1	Ziele Holzbau .....	65
4.6.2	Konzeption der Fassadenelemente im Bereich Sanierung.....	66
4.6.3	Konzeption der Holzelemente im Aufstockungsbereich.....	74
4.7	Sanierungslösungen der Bodenkonstruktionen .....	79
4.8	Ökologisches Bauteilprofil.....	96
4.8.1	Thermische Sanierungsvarianten der EG Außenwand.....	97
4.8.2	Aufstockungsvarianten OG Außenwand.....	97
4.8.3	Aufstockungsvarianten OG Dachkonstruktion .....	98
4.8.4	Varianten Bodenaufbauten über Erdreich.....	99
4.8.5	Varianten Fensterflächen.....	101
4.8.6	Zusammenfassung .....	102
4.8.7	Schlussfolgerung der ökologischen Bewertungen .....	102
<b>5</b>	<b>Haustechnik- und Energieplanung .....</b>	<b>106</b>
5.1	Gebäudelüftungskonzept.....	106
5.2	Luftleitungsplanung.....	108
5.2.1	Nutzung des Erdreiches für Vorwärmung/Kühlung:.....	108
5.2.2	Lüftungsleitungsführung im Gebäudebestand .....	109
5.2.3	Technische Beschreibung Komfortlüftungsaggregat .....	112
5.3	Nutzung aktiver Sonnenenergie.....	116
5.3.1	Fassadenmontage der PV-Module .....	117
5.3.2	ertex Glas-Folien-Modulen.....	117
5.3.3	Aufbau PV Glas-Folien Module.....	118
5.4	Zielsetzungen Tageslichtkonzept.....	119
5.5	Energieeinsparungsmaßnahmen Haushaltstrom.....	119
5.6	Schwerpunkt Sommertauglichkeit.....	119



<b>6</b>	<b>Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....</b>	<b>120</b>
6.1	Kostenaufstellung .....	120
6.1.1	Gegenüberstellung der Sanierungsvarianten .....	120
6.1.2	Aufschlüsselung der Mehrkosten.....	121
6.1.3	Umsetzung des Demonstrationsprojektes .....	123
6.2	Ergebnisse der energetisch optimierten Sanierung .....	124
6.2.1	Schlussfolgerung der ökologischen Bewertungen .....	125
6.3	Multiplikatorwirkung durch Sanierung zum Passivhaus.....	128
6.4	Schlussfolgerungen für nachhaltige politische Richtungsentscheidung .....	129
6.4.1	Altbausanierung zum Passivhaus ist die Basis für Energieunabhängigkeit.....	129
6.4.2	Statt Strafzahlung Sanierung der Nachkriegsbauten auf Passivhausstandard ..	130
6.4.3	Energieeffiziente Sanierungsoffensive 2007 - 2020 .....	130
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>132</b>
7.1	Öffentlichkeitsarbeit, Besichtigungen und Weiterbildung.....	132
7.1.1	Öffentlichkeitsarbeit .....	137
7.1.2	Auszeichnung .....	138
7.1.3	Webauftritt in der Passivhaus Objektdatenbank.....	141
7.2	Kleines Passivhauslexikon.....	149

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation – Problembeschreibung

In Österreich existieren von 990.000 noch rund 700.000 thermisch sehr schlechte Nachkriegswohnbauten. Die nachstehende Grafik macht sowohl die große Anzahl an Gebäuden als auch deren sehr hohen Endenergieverbrauch für Raumwärme im Betrachtungszeitraum 1945 - 1980 deutlich. 64% der für die Raumheizung eingesetzten Endenergie entfällt dabei auf bestehende Ein- und Zweifamilienhäuser (dunkle Balken), 36% auf Mehrfamilienhäuser.

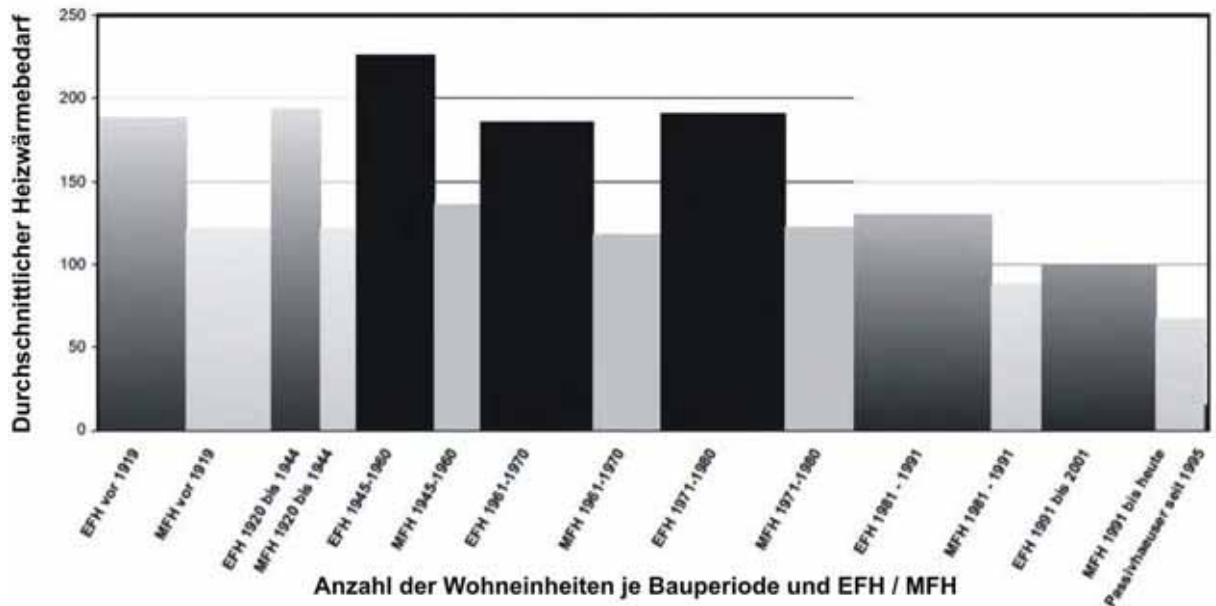


Abb.: Wohnbau in Österreich, Quelle: Statistik Austria HWZ 1991;  
Grafik Krapmeier: schwarz = Einfamilienhäuser, grau = Mehrfamilienhäuser;  
aus dem Tagungsband „Althausanierung mit Passivhauspraxis“, 2003

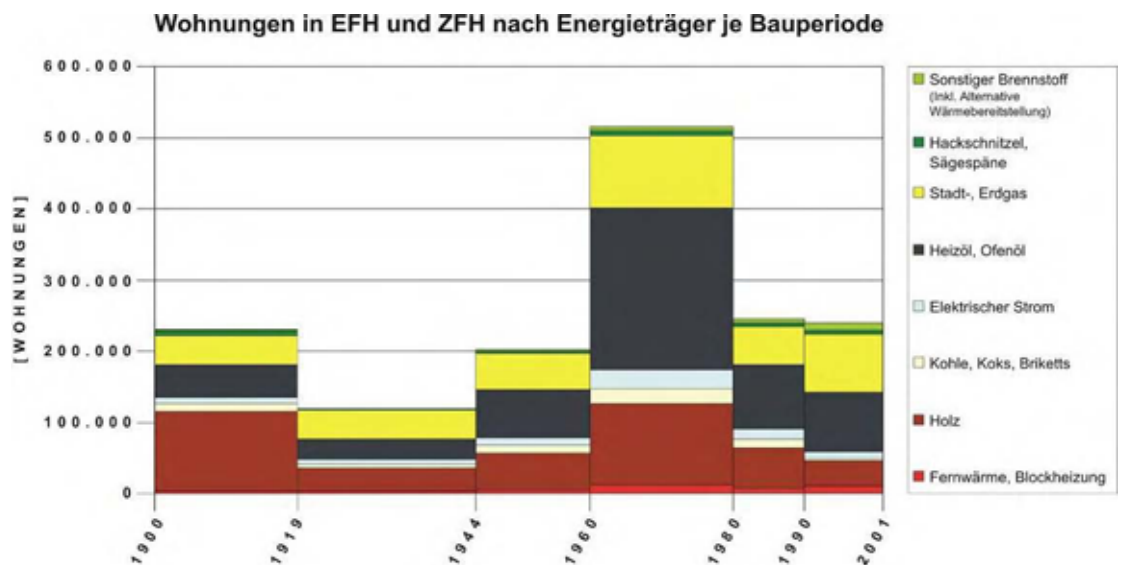
Am höchsten ist der spezifische Endenergiebedarf (kWh/m<sup>2</sup> a) bei Bauten errichtet zwischen 1945 bis 1960, gefolgt von den Baualtersklassen 1919-1944 und 1961-1970. Hauptaugenmerk wäre dabei auf Wohnbauten der Jahre 1945 bis 1980 (siehe oben) zu richten, da hier, auf Grund der meist einfachen Fassadenstruktur, die kosteneffizient zu realisierenden Potentiale am größten sind.

Die thermisch nachhaltige Altbausanierung stellt mit Abstand den wichtigsten Beitrag für eine wirkungsvolle Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen dar. Dabei sollte allerdings auch die Chance genutzt werden, diese Gebäude gleich auf neuesten energetischen Standard und damit gesteigerten Komfort zu bringen. Dies gilt für Wohn- und Gewerbebauten ebenso, wie für Bürobauten und öffentliche Gebäude.

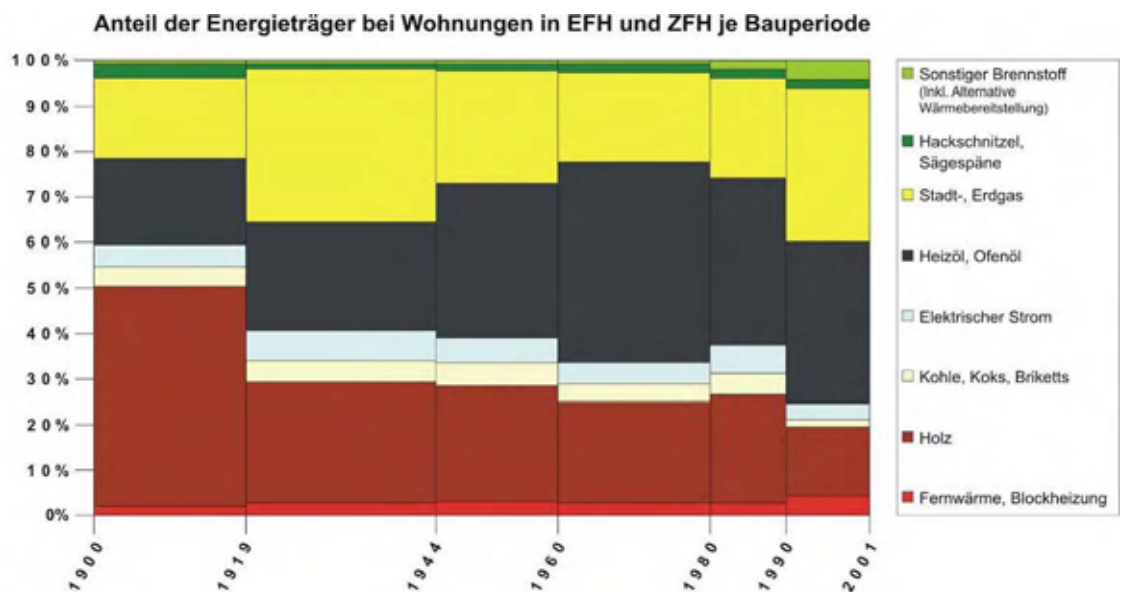
Das ökologische Passivhaus – dies gilt um so mehr auch für die Altbausanierung auf Passivhausstandard - wird in bisher kaum erreichter Qualität dem Wunsch nach Wohnqualität, Komfort und Behaglichkeit sowohl im Einfamilien- wie auch im Mehrfamilienhaus gerecht, aber auch bei öffentlichen und gewerblichen Bauten, und stellt derzeit das konsequenteste Konzept nachhaltigen Bauens dar.

Die bei diesem Forschungsprojekt im Mittelpunkt der Untersuchung stehenden Nachkriegsbauten der Jahre 1945 – 1980 weisen neben dem schlechten

Heizwärmebedarf zusätzlich auch einen sehr hohen Anteil an fossilen Energieträgern als Heizenergie auf.



Quelle: Statistik Austria: Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Grafik Lang 2006

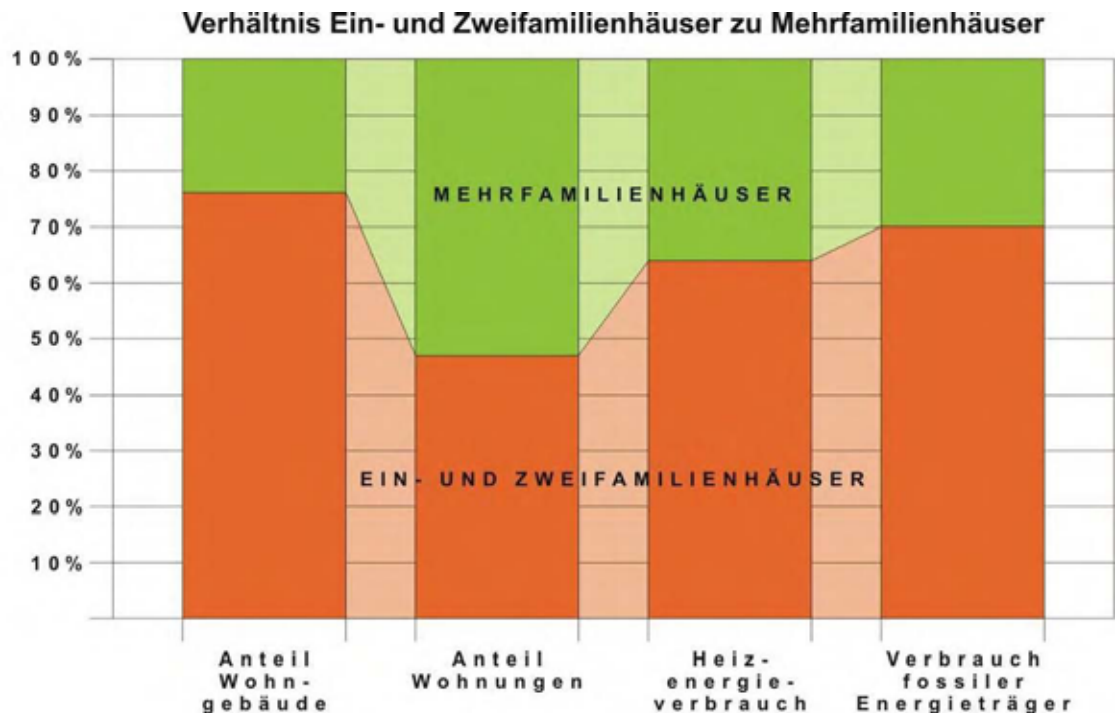


Quelle: Statistik Austria: Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Grafik Lang 2006

Grundsätzlich ist die Sanierung von MFH effizienter durchführbar. Es ist jedoch meist sehr schwierig, die Zustimmung der Eigentümer zu erhalten, bzw. die Immobilienverwalter bei Mietwohnungen für effiziente thermische Sanierungen zu gewinnen.

Die Einsparung beim EFH ist global gesehen hingegen kaum wahrnehmbar, allerdings auf Grund der enormen Vielzahl von Einzelobjekten unerlässlich, will man den Gesamtenergieverbrauch fossiler Energieträger merkbar senken. Andererseits sind EFH-Besitzer eher von den für sich direkt positiv auswirkenden Maßnahmen zu überzeugen.

Den nachfolgenden Grafiken lässt sich entnehmen, dass 76 % aller bestehenden Wohngebäude Ein- und Zweifamilienhäuser sind, jedoch nur 47% aller Wohneinheiten sich in Ein- und Zweifamilienhäuser befinden. Speziell auf Grund des wesentlich ungünstigeren Oberflächen/Volumenverhältnis verbrauchen diese aber 64% der für die Raumheizung insgesamt eingesetzten Endenergie.



Quelle: Statistik Austria: Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Grafik Lang 2006

## 1.2 Bedeutung des Projektes für die Programmlinie „Haus der Zukunft“

Die Programmlinie „Haus der Zukunft“ hat gerade zum Thema Passivhaus eine Vielzahl von Forschungsprojekten laufen, da es mit Abstand den zukunftsweisendsten und sehr nachhaltigen Baustandard darstellt. Zudem ist das Passivhaus für den Bauherrn in der Bewirtschaftung höchst wirtschaftlich und stellt durch seine enormen Einsparungspotentiale für die Volkswirtschaft große Vorteile dar. Während sich der Passivhausstandard im Neubau von der Pilotphase hin zum Baustandard entwickelt, steht in der wesentlich komplexeren Altbausanierung der Passivhausstandard erst ganz am Anfang.

Hauptziel dieses Demonstrationsprojektes ist die erstmalige Realisierung der Altbausanierung auf Passivhausstandard im Einfamilienhausbestand in Österreich und die damit erreichte enorme Energieverbrauchssenkung und erhebliche Steigerung des Komfortgewinns.



Projekt: Einfamilienhaus  
**Ing. Werner u. Gabriele  
Schwarz in  
4643 Pettenbach/OÖ**

1 Wohneinheit  
mit Aufstockung  
217 m<sup>2</sup> Gesamt WNF



Vorher



Nachher

Wie im Kapitel 1.1. ersichtlich, stellt die Gruppe der Einfamilienhäuser der Baujahre 1945 -1980 die größte Gebäudegruppe dar, und in Summe auch die Gruppe der größten Gesamtenergieverbraucher dar, auch wenn sich dieser auf unendlich viele kleine Gebäude verteilt.

Der Entwicklungsbedarf ist in diesem Bereich dementsprechend groß:

- Die thermische Altbausanierung stellt den Schwerpunkt zukünftiger Bautätigkeiten dar
- Sammlung von Erfahrungen mit Haustechnikkomponenten und Einbaumöglichkeiten für die Altbausanierung im Passivhausstandard
- Entwicklung von Holzleichtbauelementen für die thermische Fassadensanierung als Alternative zu bestehenden VWS-Systemen am Beispiel von Solarfassaden.
- Entwicklung praxisingerechter Systemlösungen
- Großer Sanierungsbedarf auch in EU – Beitrittsländern (Exportchance)

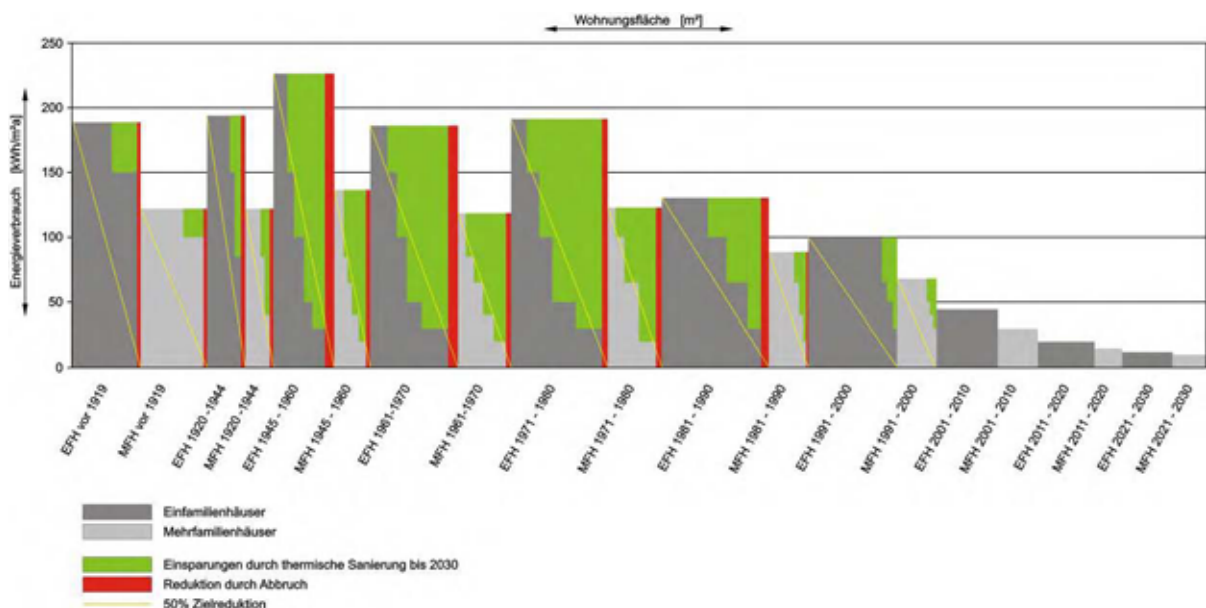


Abb.: Prognose der Sanierungs- und Einsparungspotentiale im Wohnbau in Österreich bis 2030,  
Quelle: Grunddaten: Statistik Austria HWZ 1991; Prognose und Sanierung: Lang  
Grafik: Lang schwarz = Einfamilienhäuser, grau = Mehrfamilienhäuser;

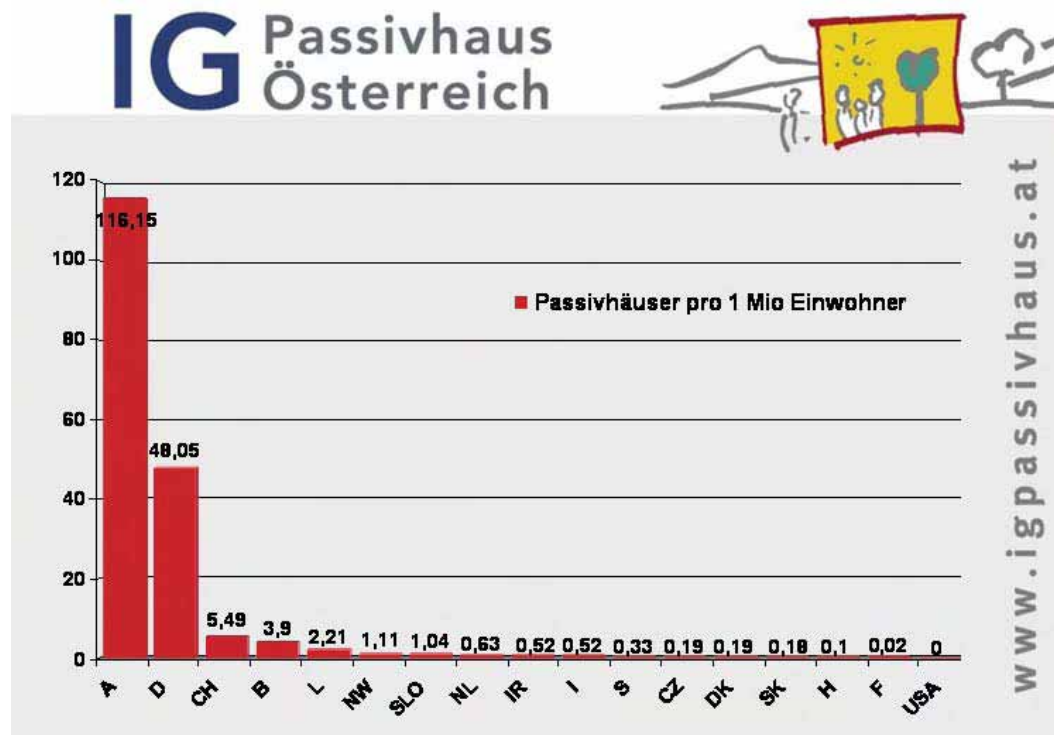
### 1.3 Folgeabschätzungen

Aus der allgemeinen Untersuchung von Passivhaus – Sanierungsmöglichkeiten im Einfamilienhausbereich der Nachkriegsbauten und der projektspezifischen Detaillierung am Beispiel EFH in Pettenbach ergeben sich folgende Perspektiven:

### 1.3.1 Folgeabschätzung in wirtschaftlicher Hinsicht

- Betriebskostensparnis bei Heizkosten um den Faktor 10 und mehr
- Multiplizierbarkeit des Projektes auf den Großteil aller Nachkriegswohnbauten
- Durch die hohe Qualitätssicherung bei der Bauausführung ist mit einem zusätzlichen Arbeitsmarktbedarf von rund 8% zu rechnen
- Neuer zukunftssträchtiger Markt für die am Projekt beteiligten Unternehmen und Planer / Konsulenten
- Wesentliche Innovationsimpulse für die österreichische Wirtschaft und Spitzenreiterposition in Europa im großen Zukunftssektor der Altbaumodernisierung mit Passivhauskomponenten
- In Summe ist durch diese konsequente Sanierungsmethode von Eigenheimen mit rund 25.000 Arbeitsplätzen / Jahr zu rechnen
- Diese zusätzlichen Arbeitsplätze finanzieren sich schlussendlich von selbst durch den Verzicht auf unnötige Energieverschwendung
- Neue Arbeitsplätze statt alter Energieverschwendung

Die Umsetzung des Niedrigstenergie- und Passivhausstandards auch in der Altbausanierung ist Grundvoraussetzung zur Erreichung der politischen Klimaschutzziele und gleichzeitig eine große Chance für eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung unter voller Rücksichtnahme auf ökologische Rahmenbedingungen.



Grafik: Internationale Auswertung der Passivhäuser bezogen auf Einwohner  
Quelle: Zwischenbericht „Haus der Zukunft“ Projekt „1000 Passivhäuser in Österreich“

Österreich ist heute im Neubau von Passivhäusern weltweit bereits mit großem Abstand führend. Diese Vorreiterrolle gilt es auch in der Altbausanierung zum Passivhaus zu erlangen.

Dieser damit verbundene Wettbewerbsvorteil der österreichischen Wirtschaft soll der österreichischen Bauwirtschaft und Bauindustrie zusätzliche Exportchancen sichern, gerade auch in Hinblick auf die Osterweiterung.

## Altbausanierung zum Passivhaus ist Voraussetzung für Energieunabhängigkeit

Eine massive Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und der verstärkte Einsatz von Ökoenergien kann Österreich von fossilen Brennstoffen und Energieimporten unabhängig machen. In beiden Sektoren zählt die Österreichische Wirtschaft dank ihrer Innovationskraft zur Weltspitze. Statt „Strafzahlung“ für die Emissionsüberschreitung könnten um diesen Betrag 29 Millionen m<sup>2</sup> Altbauten auf Passivhausstandard mit 100% Erneuerbarer Energieversorgung saniert werden.

Wie sehr Österreich tatsächlich von der intensiven Nutzung Erneuerbarer Energieträger und einem engagierten thermischen Gebäude Sanierungsprogramm wirtschaftlich profitieren kann, machen jetzt diese Studienergebnisse deutlich. Die ersten Altbausanierungen auf Passivhausstandard, welche großteils im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie als Demonstrationsprojekte realisiert wurden, zeigen deutlich das enorme Potential an Energie- und Emissionseinsparung auf.

- Einfamilienhaus von 1960 in Pettenbach
- Mehrfamilienhaus von 1957 in Linz
- Schulgebäude von 1972 in Schwanenstadt
- Pensionistenheim von 1975 in Weiz
- Gewerbebetrieb von 1975 in Wolfurt



Bildleiste: Quelle IG Passivhaus Österreich; Altbausanierungsobjekte auf Passivhausstandard v.l.n.r.: EFH Schwarz in Pettenbach, LANG consulting; MFH der GIWOG in Linz, Architekturbüro ARCH+MORE; Hauptschule II + Polytechnische Schule in Schwanenstadt, PAUAT Architekten; Bezirkspensionistenheim in Weiz, Architekturbüro DI Erwin Kaltenecker; Firmengebäude drexel und weiss energieeffiziente haustechniksysteme, Architekturbüro DI Gerhard Zweier

Trotz unterschiedlichster Gebäudenutzung und –typologie konnte bei all diesen Nachkriegsbauten Energieeinsparungen von 90 – 95% erzielt werden. Gleichzeitig wurden alle Gebäude von fossile auf erneuerbare Energieträger umgerüstet und so für diese Gebäude eine dauerhafte Versorgungssicherheit für Raumwärme und Warmwasser sichergestellt.

Die durchschnittlichen Mehrkosten dieser Pilotanierungen betragen im Mittel nur 140.- Euro / m<sup>2</sup> Nutzfläche gegenüber konventionellen thermischen Sanierungen.

## **Statt Strafzahlung 40% aller EFH der Nachkriegszeit auf Passivhausstandard sanierbar**

Durch die Nichteinhaltung des Kyoto- Protokolls steuert derzeit Österreich auf eine „Strafzahlung“ für die Emissionsüberschreitung im Zeitraum 2008 bis 2012 von mindestens 4 Milliarden Euro zu.<sup>1)</sup>

Dieser enorme Betrag kann durch eine „Umwidmung“ in ein sofortiges Klimaschutz Impulsprogramm Österreich vor Strafzahlungen bewahren und gleichzeitig mehr als 83.000 nachhaltige Arbeitsplätze und absolute Versorgungssicherheit schaffen.

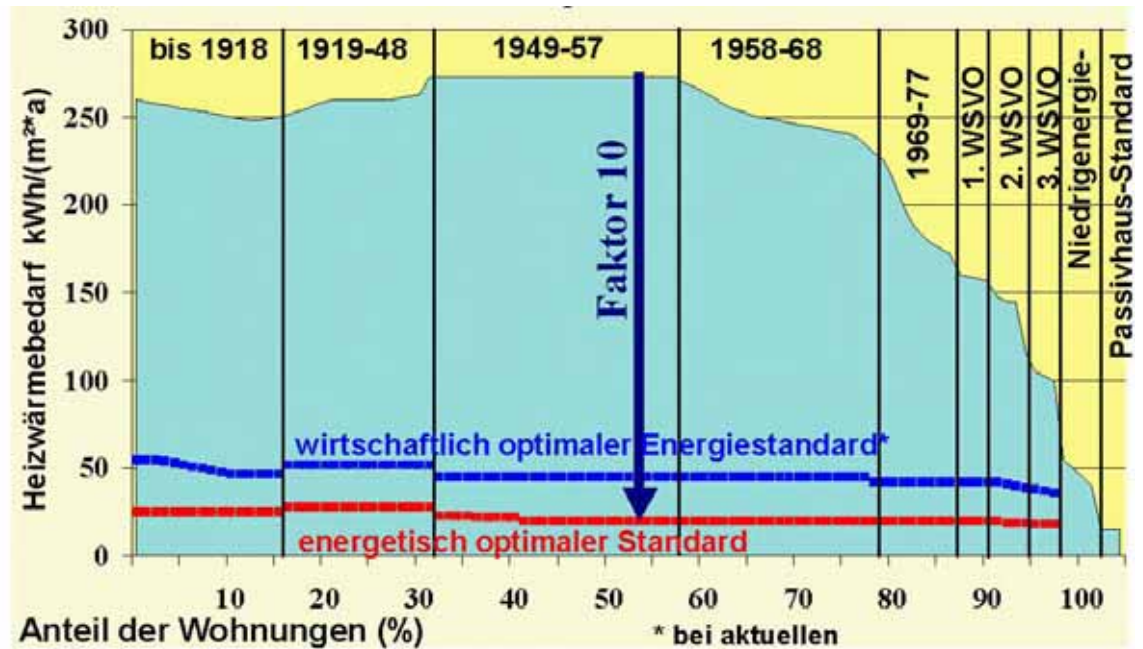
Mit diesem Betrag könnten 29 Millionen m<sup>2</sup> Altbauten auf Passivhausstandard saniert werden. Dies entspricht 37% aller 718.000 Wohneinheiten der EFH der Nachkriegszeit in ganz Österreich, welche auf Grund ihres sehr hohen Energieverbrauchs für eine Sanierung zum Passivhaus prädestiniert sind.

Mit der damit gleichzeitig verbundenen Umstellung von fossilen auf erneuerbaren Energieträgern würde so in Summe eine Reduktion von 1,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> erzielt werden. Dies würde sogar die ursprüngliche Reduktionsmenge gemäß Kyoto- Vereinbarung übersteigen.

<sup>1)</sup> Umwidmung eines Teiles der „Strafzahlungen“, die Österreich durch die Nichteinhaltung des Kyoto- Protokolls erwachsen in Förderungen. Heute: 25 Millionen t CO<sub>2</sub>-Emissionsüberschreitung = Kosten 625 Millionen Euro bei Zertifikatskosten von 25 Euro (entspricht dem heutigem EU-Handelspreis). Für die gesamte Zeit der Emissionsüberschreitung im Zeitraum 2008 bis 2012 wären dies mindestens 4 Milliarden Euro für den Ankauf von Zertifikaten.  
(Quelle: PK der WKÖ Dachverband Energie-Klima vom 27.02.06)

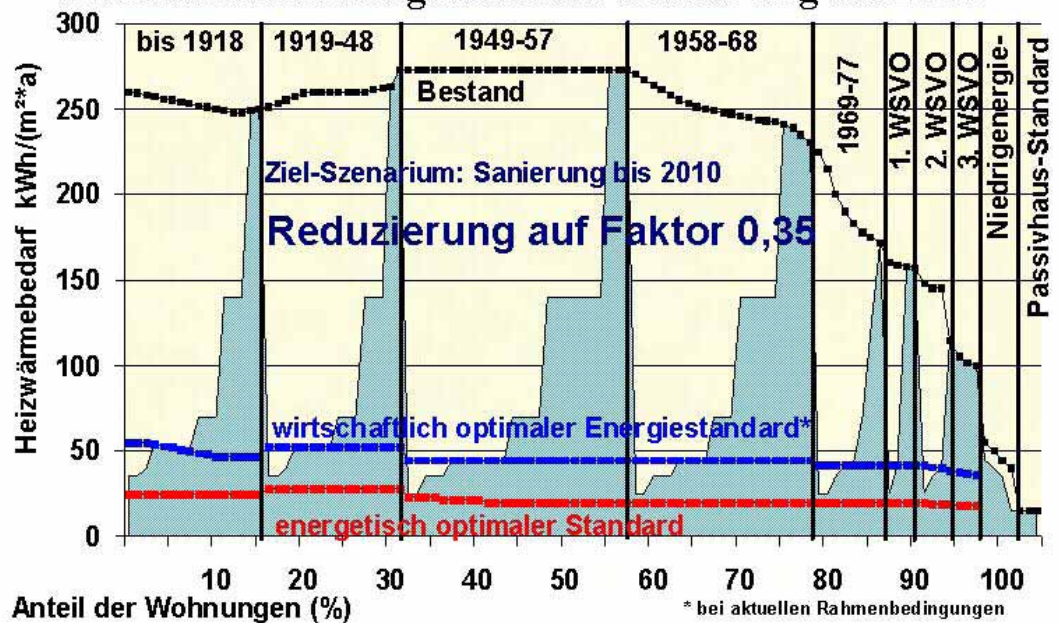


Zu ähnlichen Sanierungs- und Einsparungspotentialen kommt auch Arch. Burkhard Schulze-Darup bei seinen Untersuchungen speziell für den Nürnberger Raum, wie den beiden nachfolgenden Grafiken zu entnehmen ist.



Quellen: ARENHA 1993, IWU 1994, Bundesarchitektenkammer 1995, Schulze Darup 1998/2000

### Energetische Sanierung des Wohngebäudebestands: Szenarium mit zielgerichteter Förderung bis 2010

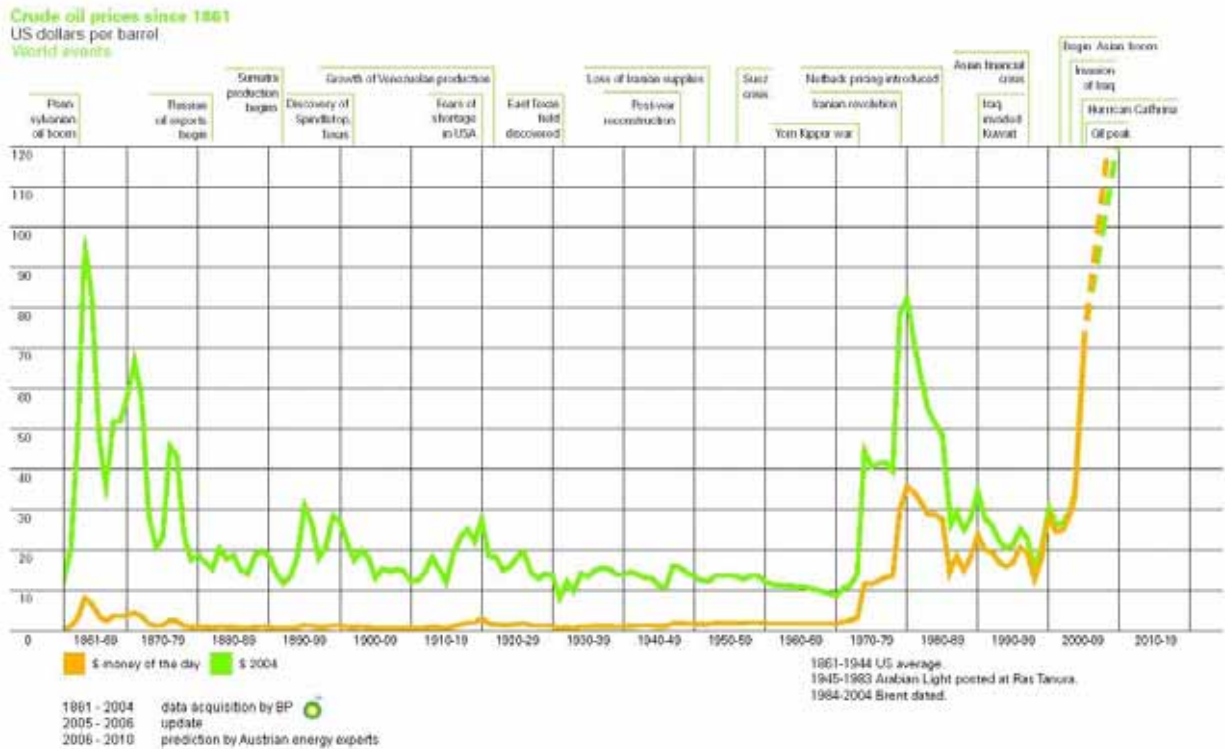


Quellen: ARENHA 1993, IWU 1994, Bundesarchitektenkammer 1995, Meyer/Schulze Darup 1998, Schulze Darup 1999

©1999, 2000 Burkhard Schulze Darup, Nürnberg

### 1.3.2 Folgeabschätzungen in volkswirtschaftlicher Hinsicht

Aus Energiepolitischer Sicht befinden wir uns an einem absoluten Wendepunkt. Während über ein Jahrhundert der Ölpreis sehr konstant war, mit Ausnahme der beiden relativ kurzen Ölkrisen, ist nun die Energiepreisentwicklung in einer nachhaltigen dramatischen Aufwärtsentwicklung. Dies ist primär auf das Überschreiten des „Oil peak“, und im speziellen auf den enorm gesteigerten Nachfragemarkt in den boomenden Ländern China und Indien, ohne gleichzeitiger erkennbarer Reduktion der Nachfragesteigerungen in den „alten Energieverbrauchsländern“, zurück zu führen.



Quelle: BP Annual Report 2004

Ergänzungen: LANG consulting Aktualisierung 2004 – 2006

Die Grafik zeigt deutlich, dass mit 75.- Dollar/Barrel Öl nicht nur der Preis bereits doppelt so hoch wie im Krisenjahr 1979 ist, sondern im Jahr 2006 mit 80.- Dollar/Barrel Öl auch Kaufkraft bereinigt das Krisenjahr 1979 einstellt. Öl war absolut also noch nie, wenn man von den Entdeckungsjahren um 1865 absieht, so teuer wie jetzt! Und wird weiter so steigen! Leiten wir nicht umgehend die Energiewende mit einer gravierenden Verbesserung der Energieeffizienz ein, so ist eine Weltwirtschaftskrise faktisch vorprogrammiert, wie Richard Heinberg in „The Party’s over“ sehr deutlich analysiert hat.

Die dramatische Kostenentwicklung am Energiesektor spricht eindeutig für den Passivhausstandard im Neubau und besonders in der Altbausanierung.

- Schaffung von Know-how und Kompetenz in Österreich in einer der wichtigsten Zukunftsbranchen
- Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen durch Innovation
- Exportmöglichkeit in andere europäische Länder (bzw. ehemaliges Osteuropa / EU-Beitrittsländer) bzw. Auswirkung auf Handels- und Leistungsbilanz
- Vorbildwirkung für mehrere hunderttausend Einfamilienhausbesitzer über die wirtschaftlich sinnvolle Reduktion des Energieeinsatzes

- Voraussetzung für Energieimportabhängigkeit (Öl, Gas, Kohle und Atom) und Versorgungssicherheit. Jedes Haus kann bei Bedarf zukünftig leicht sein eigenes Kraftwerk sein
- Gefahrenvorsorge gegen
  - Ölverschmutzungen bei Hochwasser und Tankerunfällen
  - Gasexplosionen in Häusern und Gasleitungen
  - Atomaren Störfällen
  - Sturm-, Hochwasser- und Dürreschäden durch Klimawandel

### **Die beste Vorsorgesicherung mit dem Passivhaus**

Der Erdölexperte Matthew Simmons, früherer Experte der Energie-Task-Force um Vizepräsident Dick Cheney, teilte am 23.07.05 im Interview dem Schweizer Tages-Anzeiger in New York mit, er widerspricht der Meinung, dass 105 Dollar eine Preisspitze sein wird. Schon im Winter 2005/06 dürfte die Nachfrage das Angebot um 2 bis 5 Millionen Fass Öl pro Tag übersteigen. Engpässe sind praktisch sicher. Wir müssen in den kommenden Jahren mit einem Ölpreis von 200 bis 250 Dollar pro Fass rechnen.

Die erheblichen Preissteigerungen beim Öl werden zwangsläufig auch bei allen anderen Energieträgern, auch erneuerbaren Energien, schon rein aus marktwirtschaftlichen Gründen zu Preissteigerungen führen.

Es ist also gerade aus sozial- und volkswirtschaftlicher Sicht ein Gebot der Stunde, neben einer signifikanten Steigerung der thermischen Sanierungsraten gleichzeitig auf eine wesentliche Steigerung der thermischen Sanierungsqualität zu achten. Die sukzessive Sanierung auf Passivhausstandard, und damit die volle Ausschöpfung der auch wirtschaftlich sinnvollen Einsparungspotentiale, ist die beste Vorsorge gegen die drohenden hohen Energiepreise und gleichzeitig die beste Vorsorgesicherung.

Laut Prognose des WIFO vom 31.08.05 wurde für 2006 in Österreich ein Wirtschaftswachstum von 1,9%, bei einem durchschnittlichen Rohölpreis von \$50.-/Barrel, prognostiziert. Bei einem mittlerweile für 2006 zu erwartenden durchschnittlichen Rohölpreis von jedoch knapp \$90.-/Barrel würde das Wirtschaftswachstum nur noch 0,9% betragen.

### **1.3.3 Folgeabschätzung in gesellschaftlicher Hinsicht**

In gesellschaftlicher Hinsicht stellt die technische Machbarkeit von Niedrigstenergie- und Passivhausstandard in der Altbausanierung eine Schlüsselrolle bei diesem Projekt dar. Das Projekt soll zeigen, dass sowohl im Eigenheimbau als auch im sozialen Wohnbau, selbst bei Vollbelegung der Mietwohnungen, eine derartig konsequente Sanierung trotzdem möglich macht. Vor allem bringt es den Bewohnern auch eine wesentliche Verbesserung der Wohnhygiene und Verringerung der Straßenlärmelast in exponierten Wohngebieten.

Die Finanzierbarkeit ist im Rahmen des Miet- und Eigentumsrechts mit Unterstützung der in einigen Bundesländern bereits neu eingeführten Passivhausförderung in der Altbausanierung, und an der angesparten Instandhaltungsrückstellung ohne monatliche Mehrbelastungen gegenüber einer konventionellen Sanierung umsetzbar. Aus den im Zuge dieses Pilotprojektes gewonnenen Erfahrungen, sollen auch Einsparungspotentiale erforscht werden, die es ermöglichen sollen, diesen zusätzlichen Förderungsbedarf zu minimieren.

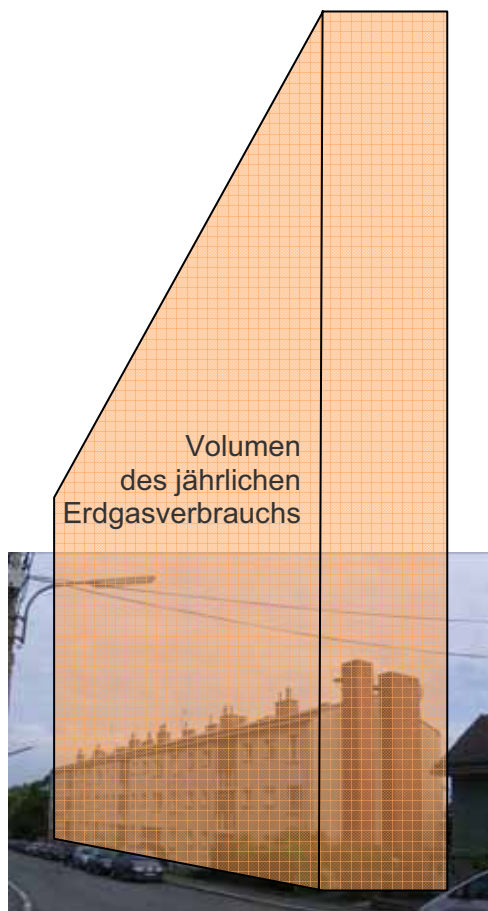
Damit soll den Eigenheimbesitzern und Immobilienmaklern speziell auch in Hinblick auf die steigende Bedeutung der Energieverbrauchswerte durch den Europäischen Gebäudepass, die Höherwertigkeit thermisch optimierter Gebäude aufgezeigt werden.

Die Heizkosten haben sich laut Austrian Energy Agency innerhalb eines Jahres bei Heizöl extra leicht um 37% mit Stand August 2005 erhöht, Gas wurde im März 2006 in Wien z.B. sogar um 17% teurer. Energie ist mittelfristig faktisch zu einem unkalkulierbaren Risiko geworden, welches gerade sozial bedürftige Bewohner finanziell schwer trifft.

Die Sanierung auf Passivhausstandard wie bei gegenständlichem Projekt und die damit verbundene dramatische Reduzierung des Energiebedarfs hat enorm positive sozialpolitische Auswirkungen:

- Versorgungssicherheit + Unabhängigkeit von unsicheren Energieimporten
- Verbesserung der Handelsbilanz
- Senkung der Inflationsrate
- Steigerung der sozialen Zufriedenheit und Gesundheit
- Erhebliche Reduzierung der Schadstoffbelastungen außerhalb und innerhalb von Räumen (z.B. Feinstaub- und Straßenlärmbelastungen)
- Schaffung von zusätzlichen Arbeitsplätzen
- Wahrung der Finanzkraft unserer Nachfolge Generationen

#### 1.3.4 Folgeabschätzung in ökologischer Hinsicht



##### **San Gimignano der Energievergeudung**

Der Verbrauch fossiler Energieträger hat in Wirklichkeit Dimensionen angenommen, welche nur noch schwer begreifbar und den Menschen kaum verdeutlicht werden können.

Mit der nebenstehenden Darstellung soll verdeutlicht werden, wie riesig der jährliche Verbrauch z.B. von Erdgas zur Beheizung eines durchschnittlichen Nachkriegswohnbaus ist.

##### **3-geschossiges MFH aus Baujahr 1945 - 1980**

i.M. HWB 150 kWh/m<sup>2</sup>a

Ergibt bei drei Geschoßen 450 kWh/m<sup>2</sup>a auf die Gebäudegrundfläche bezogen

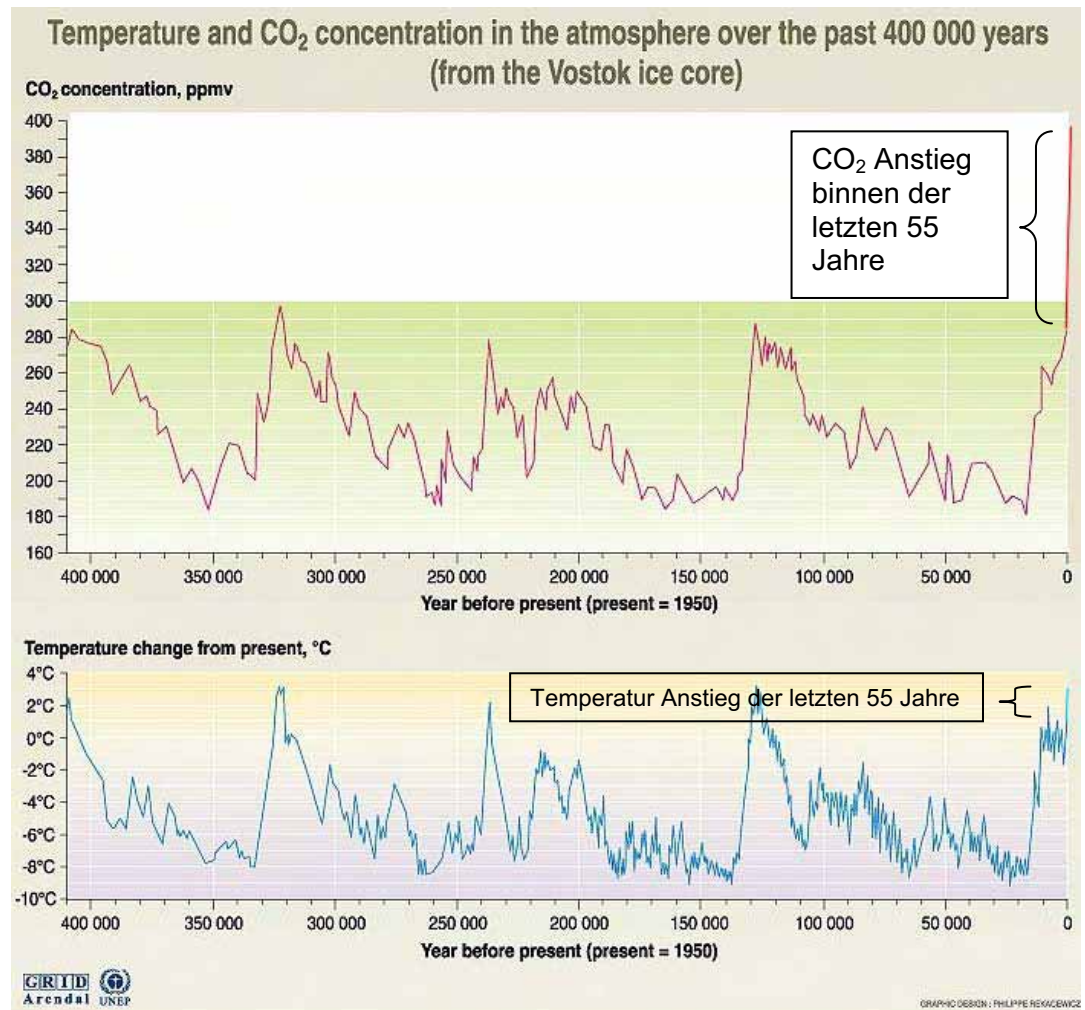
45 m<sup>3</sup> Erdgasverbrauch/m<sup>2</sup>a

**Ergibt einen 45 m hohen Gastank über die gesamte Gebäude Grundfläche bezogen.**

**Klimarelevante Folgeabschätzungen:**

Wie der IPCC Bericht bereits 2001 klar gemäß nachstehender Diagramme aufgezeigt hat, entwickeln sich alle Szenarien durch die weiter steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen auf eine dramatische Klimaveränderung hin. Auch der Hurrikan "Katrina", welcher in bisher noch nie da gewesenen Ausmaß der Zerstörung die Millionenmetropole New Orleans und ein Viertel aller amerikanischen Ölförderplattformen binnen weniger Stunden vernichtet und einen Schaden von 100 Milliarden Dollar verursacht hat, ist nur ein kleiner Vorgeschmack der künftigen Klimaänderung.

### Enge Kopplung zwischen Klima und Treibhausgasen in der Vergangenheit

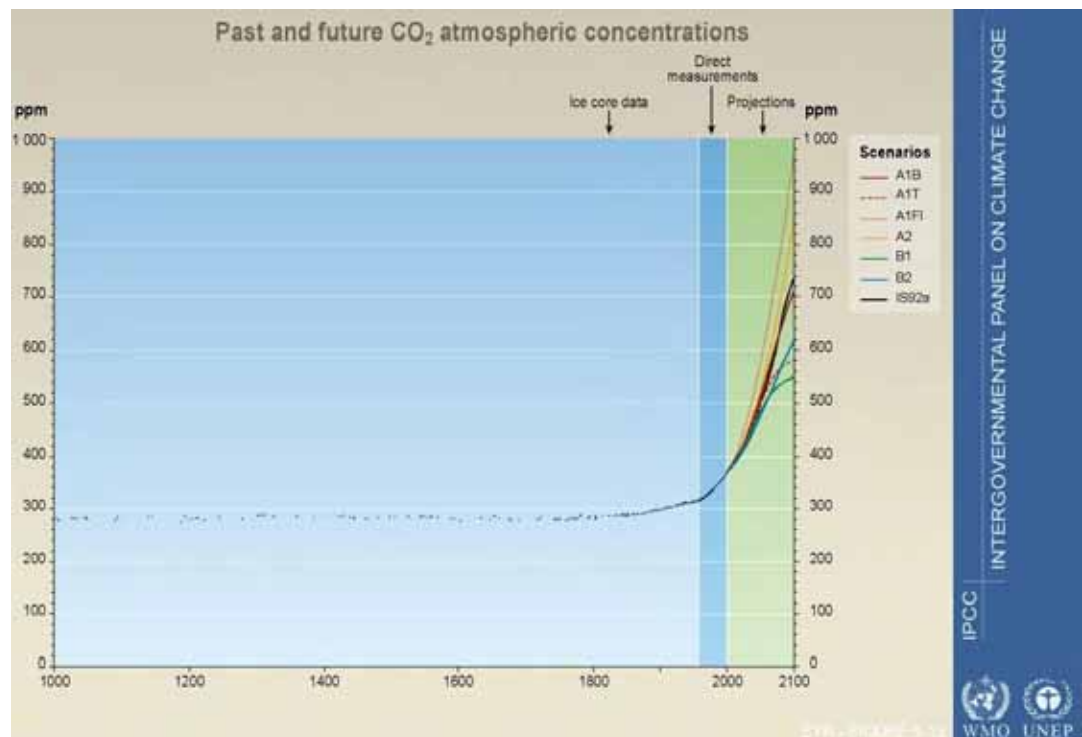


Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3/June), pp 429-436, 1999.

In den letzten 55 Jahren sind die CO<sub>2</sub> Konzentrationen in der Atmosphäre von 280 auf 380 ppm in die Höhe geschneilt, und haben damit die bisherige maximale Schwankungsbreite der CO<sub>2</sub> Konzentrationen der letzten 400.000 bzw. mittlerweile ausgewerteten 650.000 Jahre um 100 ppm überschritten. Der Temperaturverlauf korrelierte mit einer kleinen Zeitverschiebung immer mit den CO<sub>2</sub> Konzentrationen. Obwohl wir uns jetzt gerade am Weg in eine kleine Zwischeneiszeit befinden müssten, kommt es durch die zusätzliche massive Einbringung der anthropogenen CO<sub>2</sub> Konzentration auch zu einer „außerplanmäßigen“ Klimaerwärmung, welche zeitverzögert erst begonnen hat!

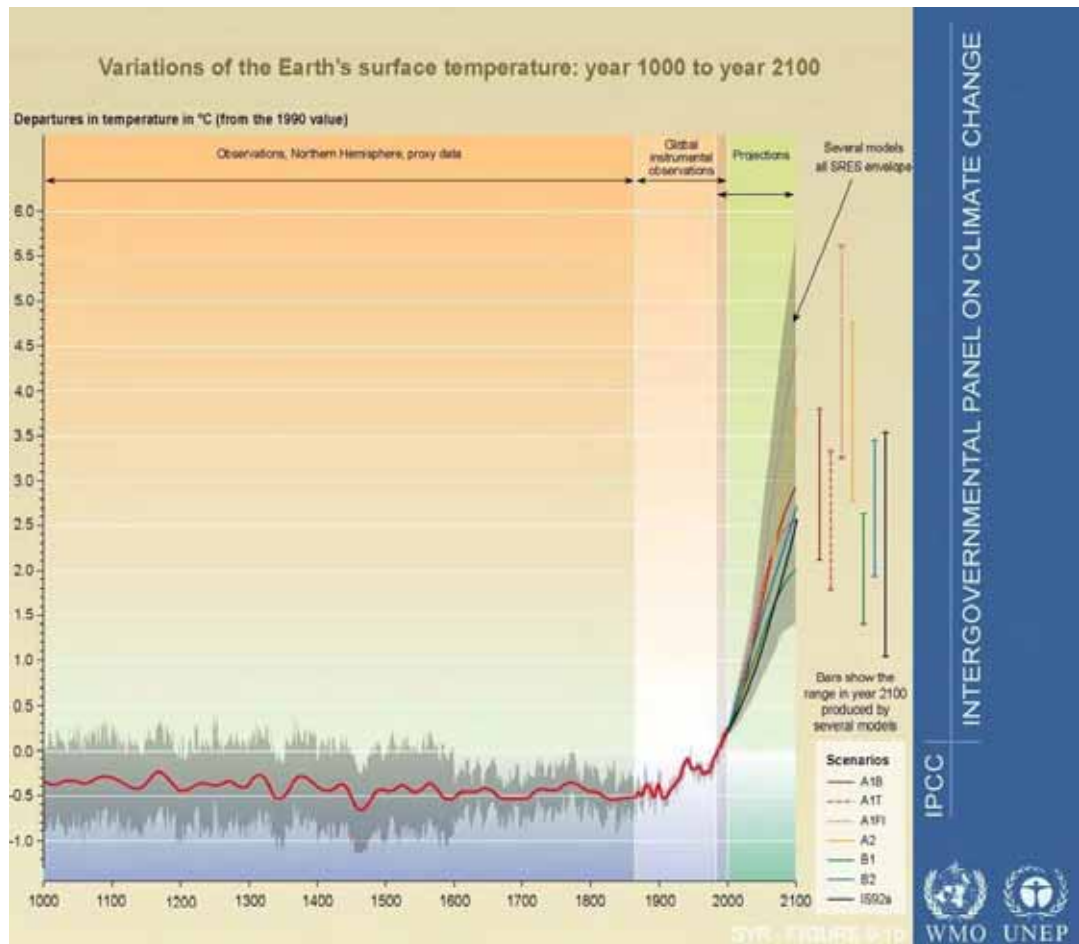
Noch nie in den letzten 650.000 Jahren waren die Treibhausgas Konzentrationen so hoch wie heute. Die warmen Klimaperioden im Zeitraum vor 650.000-420.000 Jahren wiesen sogar geringere Kohlendioxid und Methan Konzentrationen auf als in den darauf folgenden Warmzeiten. Zu dieser Aussage kommt ein europäisches Forscherteam unter Mitarbeit von Wissenschaftlern des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung nach der Auswertung des längsten antarktischen Eiskerns.

„Die Kopplung zwischen Temperatur und Kohlendioxid beziehungsweise Methan Konzentrationen in der Vergangenheit ist zeitlich erstaunlich konstant. Erst durch den Einfluss des Menschen in den letzten Jahrhunderten wurden atmosphärische Treibhausgase über ihre natürlichen Grenzen hinaus erhöht“, erläutert Dr. Hubertus Fischer vom Alfred-Wegener-Institut. Prof. Dr. Thomas Stocker vom Physikalischen Institut der Universität Bern in der Schweiz fügt hinzu: „Die Analyse streicht die Tatsache heraus, dass die heutige Konzentration von atmosphärischem Kohlendioxid mit 380ppm bereits 27 Prozent höher liegt als der höchste aufgezeichnete Stand während der letzten 650.000 Jahre.“



Quelle: IPCC 2001 - CO<sub>2</sub> Konzentration in der Atmosphäre

Um die CO<sub>2</sub> Konzentration in der Atmosphäre auf einen Wert von 480ppm und den bereits in Gang gesetzten Klimawandel auf max. 2°C Erhöhung zu begrenzen, ist es laut Aussage der Wissenschaftler als auch Politiker zwingend erforderlich, dass die CO<sub>2</sub> Emissionen bis 2050 um rund 80% reduziert werden!



Quelle: IPCC 2001 – Szenarien der Klimaerwärmungen bis 2100

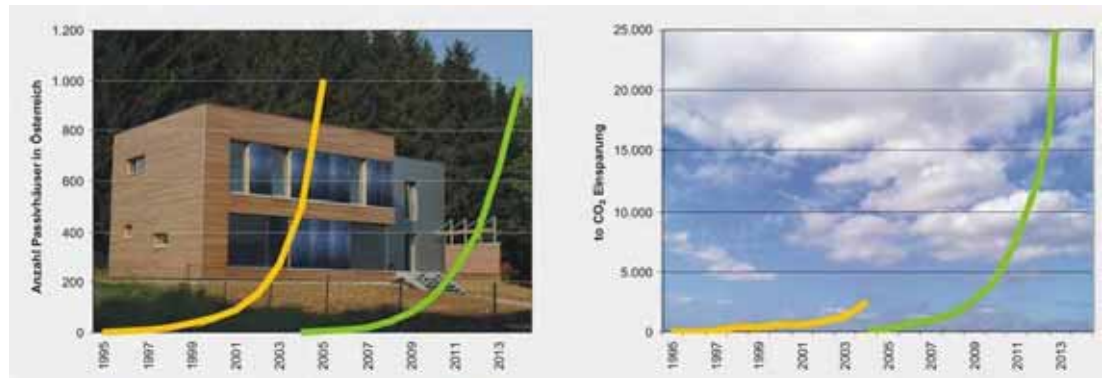
Gerade mit dem Projekt „Altbausanierungen mit Passivhauskomponenten“ konnten die enormen Einsparungsmöglichkeiten im Bereich des Altbestandes mit über 80% Reduktionspotential die ökologischen Chancen deutlich gemacht werden. Damit steigt auch die Chance, die internationalen Verpflichtungen des Kyoto Abkommens im Sektor Raumwärme doch noch erfüllen zu können.

Um die wissenschaftlichen und politischen Reduktionsvorgaben von – 80% CO<sub>2</sub> Emissionen bis 2050 erfüllen zu können, ist es unbedingt erforderlich, in den nächsten 45 Jahren den gesamten Gebäudebestand im Energieverbrauch sukzessive um mindestens 80% zu reduzieren!

**Auf Grund der langen Erneuerungszyklen von Gebäuden ist daher bereits jetzt bei anstehender Sanierung diese auf Passivhausstandard umzusetzen.**

## Multiplikatorwirkung durch Sanierung zum Passivhaus

Eine erste Trendabschätzung lässt sich auf Grund der bisher eingelangten Anfragen für ähnliche Projektvorhaben und der laufenden 5. Ausschreibung der Programmlinie „Haus der Zukunft“ des BMVIT zum Thema Altbausanierung ablesen. Demnach ist damit zu rechnen, dass bis 2007 voraussichtlich an die zwei Dutzend weitere Demonstrationsprojekte im Bereich Altbausanierung auf Passivhausstandard bereits umgesetzt werden. Für diese nachfolgenden Demonstrationsprojekte ist das Pilotprojekt EFH Pettenbach ein wichtiger Richtungsweisender Meilenstein.



Die linke Grafik zeigt die Entwicklung der Anzahl der Passivhäuser in **Neubau** und **Altbausanierung** im Vergleich in den jeweils ersten 10 Jahren. Hier lässt sich eine ähnliche Trendentwicklung wie vor acht Jahren im Neubausektor ablesen.

Aufgrund des circa fünffachen Einsparungspotentials an CO<sub>2</sub> Emissionen tragen die sanierten Projekte aber wesentlich stärker zum Klimaschutz bei – siehe rechte Grafik.

Vergleichsbasis für die Berechnung des durchs. Heizwärmebedarf von Einfamilienhäusern in konventionellem und Passivhaus Standard		Differenz durchschnittliche Energieeinsparung	Differenz durchschnittliche CO <sub>2</sub> Einsparung
Neubau in konvention. Baustandard 65 kWh/m <sup>2</sup> a	Neubau in Passivhausstandard 10 kWh/m <sup>2</sup> a	55 kWh/m <sup>2</sup> a	16 kg/m <sup>2</sup> a
Durchschnittlicher Altbaubestand EFH 200 kWh/m <sup>2</sup> a	Sanierung auf Passivhausstandard 15 kWh/m <sup>2</sup> a	185 kWh/m <sup>2</sup> a	60 kg/m <sup>2</sup> a <sup>1)</sup>
		<b>Faktor 3,4</b>	<b>Faktor 3,8 <sup>1)</sup></b>

<sup>1)</sup> Auf Grund der in der Regel gleichzeitigen Umstellung des Energieträgers bei Altbausanierungen ergeben sich bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen noch größere Einsparungen.

Bei sukzessiver Einbindung von nachhaltigen „Energetischen Faktor 10 Sanierungen“ gemäß diesen Demonstrationsprojekten mit einem Reduktionspotential an CO<sub>2</sub>-Emissionen von 90 %, könnten die, laut Kyoto-Optionen- Analyse der ÖKK (Österreichische Kommunalkredit AG) bis zu 5 Millionen Tonnen, CO<sub>2</sub> -Einsparung im Gebäudebereich sogar um das Doppelte übertroffen werden, und damit ein noch wesentlicherer Beitrag zur Erreichung des Kyotoziels geleistet werden. Vor allem würden diese „Energetischen Totalsanierungen“ aber einen wesentlichen Beitrag für die langfristigen umweltpolitischen Reduktionsziele ergeben.



## 1.4 Schwerpunkte des Demonstrationsprojektes

### 1.4.1 Schwerpunkt - Alternative Entwurfsplanung auf Passivhausstandard

- Reduktion des Energiebedarf für Raumwärme um 95 % zu sozial verträglichen Preisen
- Erhebliche Steigerung des Wohnkomfort gegenüber konventionell sanierten Bauten (Frischluftqualität, kein „Schimmel nach Sanierung“ Effekt durch „falsches Lüften“)
- Reduktion des Ressourcenverbrauchs durch Einsatz nachwachsender Rohstoffe um bis zu 80% trotz hoher Dämmstandards
- Reduktion der Bauzeit durch größtmöglichen Vorfertigungsgrad für rationelle u. qualitätssichernde Altbausanierung
- Bedarfsgerechte Lüftungs- und Haustechnik für jeden Gebäudetyp
- Entwicklung und Marktdiffusion nachhaltiger und wartungsarmer Fassadensanierungen
- Einsatz von rezyklierfähigen Konstruktionen in der Sanierung nach Ende deren Lebenszyklus
- Realisierung von behaglichen Raumklima durch umfassend warme Gebäudehülle im Gebäudebestand

Projektschwerpunkt aus architektonischer Sicht, war die Entwicklung einer alternativen Entwurfsplanung unter Berücksichtigung der Optimierung der Kompaktheit der Gebäudekörper, die Optimierung des Raumkonzeptes, eine entscheidende Verbesserung der Tageslichtnutzung, sowie die Verkörperung einer nach außen und innen zeitgemäßen Architektur.

### 1.4.2 Schwerpunkt – Passivhaustaugliche Gebäudehülle

Ein ökologisch und ökonomisch optimiertes haustechnisches System bedingt in erster Linie ein nach energetischen Gesichtspunkten optimiertes Gebäude. So ist primär die Gebäudehülle dafür verantwortlich, den Heizenergiebedarf zu beschränken.

Sämtliche Außenbauteile der Gebäudehülle haben zunächst den maximalen U-Wert von  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  zu unterschreiten. Auf Grund der schlechten Oberflächen / Volumenverhältnisse von Einfamilienhäusern ist jedoch darauf zu achten, die Dämmstärken so auszulegen, dass sich die U-Werte im Bereich um die  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  bewegen. Dies ist gerade in der Altbausanierung eine zusätzliche Herausforderung, die oft nur schwer umsetzbar ist. Weiters ist auf die Wärmebrückenfreiheit, bzw. im Bereich des bestehenden aufgehenden Mauerwerkes auf adäquate Ersatzmaßnahmen, zu achten. Ein besonderer Schwerpunkt muss gerade auch bei der Sanierung auf die Gebäudedichtheit gelegt werden, bei der die möglichen Leckagen häufig unterschätzt werden. Der Grenzwert von maximal 0,6-fachen Luftwechsel/Stunde durch Undichtheiten ist unbedingt einzuhalten. Nur so kann den gestellten Anforderungen an geringe Betriebskosten entsprochen werden. Erreicht die Gebäudehülle die definierte Qualität, so nimmt die Belüftung einen großen Stellenwert ein.

### Berechnung von Ausführungsvarianten mit PHPP

In mehreren Schritten wurden bei diesem Demonstrationsprojekt die unterschiedlichen Varianten für die Sanierung mit Hilfe des Passivhaus Projektierungs Paketes PHPP durchgerechnet und analysiert. Außerdem erfolgte die Analyse und Minimierung von bestehenden Wärmebrücken unter Annahme verschiedener Sanierungsvarianten.

### **Entwicklung vorgefertigter Holzbauelementen**

Bei diesem Demonstrationsprojekt wurden zur Umsetzung von vorgefertigten Holzbauelementen für eine nachhaltige und kostengünstige thermische Altbausanierung die Entwicklungen der Studienschwerpunkte vom Forschungsprojekt „Erste Schulsanierung aus Passivhausstandard“ herangezogen. Die Ausarbeitungen und Prüfungen von vorgehängten hochgedämmten Fassadenelementen unter Berücksichtigung der besonderen spezifischen Kriterien beim Altbau, konnten damit erstmals im Praxistest zum Einsatz gebracht werden.

### **Ökobilanzierung der Sanierungsvarianten**

Zur ganzheitlichen Betrachtung der Sanierungsmaßnahmen wurden die Varianten vor Ausführung als Demonstrationsvorhaben auch einer Ökobilanzierung unterzogen und analysiert.

## **1.4.3 Schwerpunkt – Gebäudetechnik**

### **Planung des Lüftungskonzeptes im Wohnungsbestand**

Um Passivhaustauglichkeit erreichen zu können, ist eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung unumgänglich. Die Komfortlüftung ist schlussendlich der entscheidende Vorzug gegenüber konventionellen thermischen Sanierungen. Trotz bestehender Gebäudestrukturen ist es wichtig, auch in der Altbausanierung die Luftleitungsführung so zu planen, dass sich möglichst kurze Leitungswege ergeben. Bei der Wahl der Gerätekomponenten war es wichtig auf im Neubau bereits bestens bewährte Systeme zurück zu greifen. So wurde auch dem Kompaktaggregat der Vorzug gegenüber dem Modularen System gegeben.

### **Tageslichtplanung und –optimierung**

Zur Erzielung ausreichender Tageslichtnutzung im bestehenden Erdgeschoss, bei gleichzeitiger Minimierung des Strombedarfs für Kunstlichtbeleuchtung und optimierten Sonnenschutz, wurden wo möglich raumhohe Fenster, sowie einige Auswechslungen für größere Fensterflächen durchgeführt. Die sehr kleinteilige alte Raumaufteilung wurde durch Entfernen der nicht tragenden Zwischenwände wesentlich aufgelockert.

## 1.5 Vorarbeiten zum Thema Altbausanierung auf Passivhausstandard

### 1.5.1 Vorarbeiten der ursprünglichen Sanierungsplanung

Die ursprüngliche konventionelle Sanierungsplanung und Aufstockung durch den Baumeister war bereits fertig bis zur Einreichung geplant und Angebote eingeholt, erhielt aber keine Baubewilligung. Auf Grund der Möglichkeit der Einreichung als Demonstrationsprojekt im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ entschied sich die Bauherrschaft nach eingehender Beratung zu einer völligen Neuplanung auf Passivhausstandard.

Nun dient die ursprüngliche konventionelle Planung auch als Vergleichsgrundlage für dieses nachhaltige Sanierungskonzept.

### 1.5.2 Theoretische allgemeine Vorarbeiten

#### **Altbausanierung mit Passivhauspraxis**

Entwicklung von Strategien zur Implementierung von Passivhauskomponenten, -systemen und -techniken in die Praxis der Althausanierung, um den Energieverbrauch möglichst stark zu reduzieren und die Wohnqualität erheblich zu erhöhen. Ausführenden und Planern, die sich auf Althausanierung spezialisiert haben, soll der Zugang zu Passivhaus-Know-how verschafft werden. Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts unter der Leitung der AEE wurden durch die Mitwirkung in den Workshops ebenfalls in der Projektentwicklung mitberücksichtigt.

#### **„Maßnahmen zur Minimierung von Rebound-Effekten bei der Sanierung von Wohngebäuden“**

Zur Vermeidung dieser Rebound-Effekte Einbindung von Peter Biermayr in Weiterbildungsprogramm „Sanieren mit Passivhauskomponenten“ am 16.11.04 in Linz, organisiert vom Projektleiter Günter Lang



#### **„1000 Passivhäuser in Österreich – Passivhaus Objektdatenbank“**

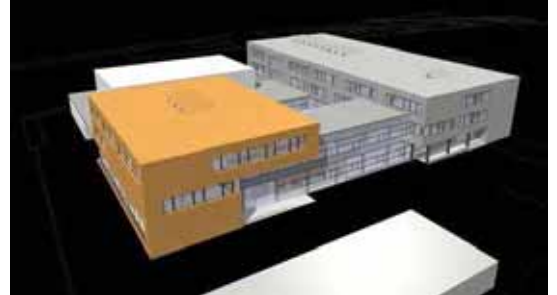
Aufnahme dieses Leitprojektes „Erste Altbausanierung eines Einfamilienhauses auf Passivhausstandard“ in die Passivhaus Datenbank – durch den Projektleiter Günter Lang

### 1.5.3 Vorarbeiten – Erste Passivhaus Schulsanierung

Ausgangsbasis für das Demonstrationsprojekt sind die Ergebnisse der bereits im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ abgeschlossenen Forschungsarbeiten, sowie die im April 2006 gestartete Realisierung des beauftragten Demonstrationsprojekt „Erste Passivhaus Schulsanierung“.

**Ausgangsprojekt:  
Erste Sanierung eines  
öffentlichen Gebäudes  
auf Passivhaus  
Standard**

Hauptschule II + PTS  
Mühlfeldstraße,  
4690 Schwanenstadt  
4952 m<sup>2</sup> Gesamt NF



ARGE ERSTE PASSIVHAUSSCHULSANIERUNG



Aufbauend auf dem im Forschungsprojekt gewonnenen Know-how wurde dies umgelegt für den Einsatz im Einfamilienhausbereich, wie auch in weiterer Folge für den mehrgeschossigen Wohnbau und wurde derzeit mittlerweile mindestens viermal in Österreich im Gebäudebestand der Ära 1945 – 1980 praxisnahe umgesetzt.

### 1.5.4 Vorarbeiten - Erstes Mehrfamilien- Passivhaus im Altbau

Parallel mit der Einreichung des Einfamilienhauses in Pettenbach wurde auch das Mehrfamilienwohnhaus der GIWOG in Linz als Sanierungsprojekt auf Passivhausstandard eingereicht. Dieses Projekt wurde um knapp ein dreiviertel Jahr später zeitversetzt durchgeführt, und so konnten die ersten wertvollen Praxis Erfahrungen aus der Sanierung in Pettenbach gleich einfließen.



**Projekt 1:  
Großvolumiger  
Wohnbau**

Makartstr. - Richard  
Wagner Straße  
4020 Linz/OÖ

50 Wohneinheiten  
50 – 68 m<sup>2</sup>/WE  
2.860 m<sup>2</sup> Gesamt WNF



Separater Antrag! "Erste Mehrfamilien-  
Passivhäuser im Altbau"

## **2 Methodik und Datenerfassung**

### **2.1 Alternative Entwurfsplanung auf Passivhausstandard**

#### **2.1.1 Analyse des bestehenden Einfamilienhauses**

- Erfassung des Gebäudebestandes und dessen Zustand
- Aufnahme der Bauschäden und –mängel
- Auffindung und Analyse der thermisch kritischen Stellen und Wärmebrücken
- Erhebung der Statik der Decken und speziell der Außenwände zur Analyse der Möglichkeiten zur Montage von vorgefertigten Fassadenelementen

#### **2.1.2 Analyse der Raumanforderungen**

In mehreren vertiefenden Gesprächsrunden mit dem Bauherrn wurde ein überarbeitetes optimiertes Raumanforderungsprogramm unter Berücksichtigung einer modernen Wohnnutzung erarbeitet. Dazu gehörte auch eine Exkursion mit den Bauherren zu anderen Passivhäusern.

Daraus entwickelte sich die Raumaufteilung und Entwurfsplanung.

### **2.2 Energieeffizienz und Komfort – Planungswerkzeuge**

Zur Berechnung von Energieverbrauch, thermischer Qualität der Gebäudehülle und Nutzerkomfort hinsichtlich Raumklima und Behaglichkeit wurden folgende Programme verwendet.

#### **2.2.1 Passivhausprojektierungspaket PHPP**

Das Passivhausprojektierungspaket PHPP ist „das“ Planungswerkzeug für die Planung von Passivhäusern. Es zielt vor allem auf eine detaillierte Berechnung der Kennwerte zu Heizung und Primärenergieverbrauch unter genauer Einbindung der Randbedingungen zu Wärmeverlusten und Wärmegewinnen im Niedrigstenergiebereich ab. Das PHPP – Programmpaket basiert auf einem Energiebilanzverfahren, welches über Simulationen und Messungen im Anwendungsbereich Passivhauswohnbau validiert wurde, es wurde am Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt entwickelt.

## **2.2.2 Wärmebrückenberechnung mit Flixo 4.11**

Die Berechnung und Darstellung von Leitwerten, Isothermenverläufen und Oberflächentemperaturen für die Wärmebrücken im Bereich Schirmdämmung und bestehende tragende Mittelwand wurden mit dem Programm Flixo 4.11 durchgeführt. Dieses Programmpaket ermöglicht Wärmebrückenberechnungen für

zweidimensionale Wärmeleitung. Die Software wurde von der Fa. Infomind, Zürich, entwickelt und wird international eingesetzt.

## **2.2.3 Bewertung nach dem neuen klima:aktiv Passivhaus Kriterienkatalog**

Als eines der ersten Gebäude wurde dieses gleich mit der Beta-Version 3.0 des vom klima:aktiv haus Schirmmanagement ausgearbeiteten Kriterienkatalog bewertet und zertifiziert.

## **2.3 Datengrundlagen**

Die Datengrundlage zur Erstellung der Alternativen Entwurfsplanung auf Passivhausstandard und Kostenberechnungen beruht einerseits auf Bestandsplänen und der durchgeführten Bestandserfassung und andererseits auf den vorliegenden Planungen der ursprünglichen Sanierungskonzeption.

### **2.3.1 Lüftung, Energieverbrauch, Komfort, Kosten**

Datengrundlage zur Darstellung und Kostenberechnung der Lüftung in der Sanierung waren die entsprechenden CAD - Pläne. Die Herstellkosten-schätzungen erfolgten anhand von Elementkostenberechnungen zum Vorentwurf HSL auf Basis von Herstellerpreisen aus durch eplus realisierten Projekten mit kontrollierter Lüftung und Wärmerückgewinnung. Der Energieverbrauch als Grundlage der Betriebskostenberechnung wurde für das Demonstrationsprojekt anhand der PHPP- Berechnungen ermittelt.

## 3 Das Projekt

### 3.1 Projektbeschreibung - Bestand

#### Standort

**Projekt 3: Einfamilienhaus**  
Werner u. Gabriele Schwarz in  
4643 Pettenbach/OÖ  
Kat. Gem. Lungendorf,  
Ländliches Siedlungsgebiet

Wasser, Strom, Telefon  
am Grundstück vorhanden;  
ÖV-Anbindung durch Bus;  
Nahversorgung in Vorchdorf  
und Pettenbach



Das Grundstück mit rund 2.000 m<sup>2</sup> Grundfläche hat eine leichte Südhangneigung. An der Nordostgrenze schließt unmittelbar ein Waldstück an. An der Südwestgrenze führt eine schmale Nebenstraße für den geringen Anrainerverkehr vorbei.



Der ebenerdige Baukörper mit einer Nutzfläche von ursprünglich 95 m<sup>2</sup> ist SW ausgerichtet, und befindet sich im oberen Grundstücksteil.

Vom Haus aus bietet sich ein schöner Blick auf den Traunstein an.

Blick vom neuen Schlafzimmerfenster aus [Winter März 2006]

#### Geschichte

Der Bungalow wurde im Jahr 1962 als ebenerdiges nicht unterkellertes Wochenendhaus in Massivbauweise errichtet. Im Jahr 1980 erfolgte ein Zubau mit Unterkellerung.



Der Grundriss bestand entsprechend der seinerzeitigen Nutzung aus lauter kleinteiligen Räumen. Speziell die nordostseitigen Nebenräume waren durch die kleinen Fenster und den angrenzenden Wald ständig sehr dunkel und unfreundlich.

### **Energetischer Zustand des Gebäudes vor Sanierung**

Die Außenwände des 1962 errichteten Gebäudeteils sind aus 20 cm dicken Holzspan Mantelbetonsteinen gemauert mit einem U-Wert von ca.  $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  errichtet, beim Zubau wurden 25 cm dicke Holzspan Mantelbetonsteine eingesetzt. Die oberste Geschoßdecke war mit 2 cm Dämmung mit einem U-Wert von ca.  $1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$  ausgeführt. Die Decke über Erdreich bzw. die Kellerdecke waren ungedämmt und mit einem 8 cm Verbundestrich mit einem U-Wert von ca.  $2,65 \text{ W/m}^2\text{K}$  ausgeführt. Auch alle anderen Gebäudekomponenten, wie Fenster, Türen, etc. entsprachen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik und boten keinerlei Behaglichkeit.

Das bestehende Gebäude hatte einen Heizwärmebedarf von ca.  $280 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  aufgewiesen.



Die Blower- Door Messung vor Sanierungsbeginn ergab eine Luftdichtheit von 5,1



Die Heizung erfolgte über eine Zentralheizung mit Gastherme über einen im Garten aufgestellten Flüssiggastank. Zusätzlich waren temporär zwei Elektroradiatoren in Verwendung.

Durchschnittliche jährliche Betriebskosten für Heizung und Warmwasser bezogen auf das Jahr 2003 für die Nutzung als Wochenendhaus für 95m<sup>2</sup> beheizter Fläche (Im Winter wochentags nur 10°C temperiert, nur am Wochenende voll geheizt) laut 10-jähriger Kostenaufzeichnung:

Betriebskostenart	Einheitspreis	Jahreskosten Durchschnitt	Jährl. Betriebskosten/m <sup>2</sup> beheizter Nutzfläche
Flüssiggas 1700 kg	á € 1,062		
21.760 kWh	á € 0,083	€ 1.805.-/a	€ 19,00/m <sup>2</sup> a
Strom Heizung 600 kWh	á € 0,140	€ 85.-/a	€ 0,89/m <sup>2</sup> a
Gastank Überprüfungen		€ 180.-/a	€ 1,90/m <sup>2</sup> a
Gasthermen Wartungen		€ 150.-/a	€ 1,58/m <sup>2</sup> a
Rauchfangkehrerkosten		€ 75.-/a	€ 0,79/m <sup>2</sup> a
Durchschnittl. jährliche Betriebskosten		€ 2.295.-/a	€ 24,16/m <sup>2</sup> a

### Vom Wochenendbungalow zum Hauptwohnsitz



Die Familie Schwarz war sichtlich entschlossen, aus dem alten Bungalow sich ein behagliches Zuhause mit zeitgemäßem Wohnstandard zu schaffen. Die Kinder konnten den Beginn der Umbauarbeiten kaum erwarten.

Die Bauherren erbten das Grundstück samt Wochenendhaus. Das fast 5 Jahrzehnte alte Gebäude, welches von seiner Bausubstanz her noch in Ordnung war, sollte durch eine Generalsanierung und Verdoppelung der Wohnfläche durch Aufstockung zum Hauptwohnsitz der Familie werden. So kann das Wohnen im eigenen Garten das ganze Jahr genossen werden, und erspart doppelte Haushaltsführung. Ein Abriss und Neubau stand nicht zur Diskussion, wäre aber auch teurer gekommen, und hätte unnötigen Ressourcenverbrauch bedeutet.



Bilder mit hoher symbolischer Bedeutung:  
 Vorbereitungen zur Demontage des alten Heizsystems mit fossilem Energieträger; Flüssiggastank – Gastherme – Abriss Kamin – und Demontage Heizkörper

Beim bestehenden Altbau störte den Bauherrn u.a. die laufenden relativ hohen Wartungs- und Reparaturkosten für die Gastherme von durchschnittlich € 150.-/a und der Überprüfungs-kosten des Gastanks von durchschnittlich € 180.-/a neben den stark steigenden Energiekosten für das Flüssiggas. Weiters schwebte im Hinterkopf immer das damit verbundene Risikopotential von Gas mit. Daher stand eine rationelle Konzeption mit dem multifunktionalen Lüftungskompaktgerät auch aus der Sicht der Wartungsvereinfachung (Filterwechsel kann selbst durchgeführt werden) auf der Wunschliste des Bauherrn.

### 3.2 Allgemeine Umsetzungsansätze

- Erhebung der Bauherrenwünsche
- Analyse des Ist-Zustandes und der Statik des Bestandes
- Raumkonzeption und Vorentwurf
- Konzeption der Machbarkeit einer ökologischen Passivhaussanierung
- Erarbeitung der ökologischen und baubiologischen Kriterien
- Entwurf und Kostenschätzung
- Analysen der Vergleichsergebnisse zum konventionellen Sanierungskonzept
- Detailplanung parallel zur Einreichplanung
- Entwicklung von System- und Detaillösungen
- Ausschreibung und Polierplanung
- Beurteilung der Grauen Energie und des Ressourcenverbrauches
- Minimierung der Treibhausemissionen von CO<sub>2</sub> und Verzicht von HFKW
- Ökonomischen Auswirkungen

### 3.3 Bauliche und nutzungstechnische Anforderungen der Sanierung

Basis dieses Projektes war die bereits vorhandene Einreichplanung für die Sanierung und Aufstockung in Pettenbach, welche ursprünglich in konventioneller Form geplant war, und nur den Bestimmungen der Bauordnung unter dem Aspekt der kostengünstigen Sanierung gestanden ist. Darauf aufbauend bzw. als Vergleichsbasis hat dieses Projekt alle Aspekte eines nachhaltigen und ökologischen Gesamtsanierungskonzeptes unter der Einbindung zukunftsweisender Sanierungsmethoden zur maximalen Energieeinsparung bei gleichzeitig erheblichen Steigerung der Nutzungsqualität berücksichtigt. Dazu war es auch notwendig, die ursprünglich geplante Aufstockung völlig neu nach energetischen und funktionalen Gesichtspunkten zu überarbeiten, um sich harmonisch in das Gesamtkonzept einzufügen.

#### 3.3.1 Sanierungskriterien



##### Spezielle Ergebnisse des Einfamilienhausprojektes:

Dieses Demonstrationsprojekt wird durch seine rundum vorbildliche Sanierung den Startschuss zur lang ersehnten Trendwende in der Sanierungspraxis von Einfamilienhäusern einläuten. Diese Trendwende wird in Anbetracht der Preissteigerungen an Energiesektor sicher noch verstärkt werden.

Rohölpreis bei Einreichung	50 Dollar
1 1/2 Jahr später zur Fertigstellung der Sanierung	65 Dollar
Und zur Endberichtlegung bereits	75 Dollar

Durch die bei diesem Projekt geplante Symbiose von „Energieeinsparung – Wohnkomfort – Architektur – Nachhaltigkeit – Ressourcenschonung“

kann sich jeder Sanierungsbauherr von EFH der Nachkriegszeit und jeder Bausektor zumindest mit einzelnen dieser Ziele identifizieren, womit eine große Breitenwirksamkeit für die Öffentlichkeitsarbeit zu erwarten ist.

Aus der Formel

„Maximale Energieeffizienzsteigerung x Sonnenenergie = **ZERO EMISSION auch im Altbau**“

resultieren folgende Ergebnisse:

- Reduktion Heizwärmebedarf von 280 kWh/m<sup>2</sup>a auf 14,6 kWh/m<sup>2</sup>a
- Reduktion Heizwärmebedarf um 95%
- Reduktion Heizwärmebedarf Gesamt von 27.100 kWh/a auf 3.170 kWh/a trotz Verdoppelung der Wohnnutzfläche
- Deckung des Restheizwärmebedarfs zu 60% durch Photovoltaik
- Reduktion der Emissionen für Raumwärme von 9,2 t CO<sub>2</sub> auf 0,6 t CO<sub>2</sub>!
- Innovative nachhaltige Sanierung mit größtmöglichem Einsatz nachwachsender Rohstoffe

- ca. 80 % weniger nicht nachwachsende Rohstoffe trotz einer Verdoppelung des Baukonstruktionsvolumens durch den Passivhausstandard
- 3 Tage Errichtungszeit für neue thermische Gebäudehülle bei Sanierung und Aufstockung inkl. Fenster und Fassade
- Als wichtigstes Ergebnis für die Programmlinie „Haus der Zukunft“: Rundum zufriedene Bewohner eines vorbildlichen Demonstrationsprojektes „Althaus der Zukunft“ als wesentlicher Multiplikator.
- Sanierung mit Minimum an Transport- und Verkehrsaufkommen
- Best Practice- und Best Quality- Altbausanierung
- Einsatz von Vakuumdämmung in den Problemzonen der Altbausanierung
- Regionale Arbeitsplätze durch nachhaltige Sanierung

### 3.3.2 Arbeits- und Zeitplan des Demonstrationsprojektes

Projektkonzeption, Vorentwurf, Einreichplanung	Juli – September 04
1. Luftdichtheitsmessung vor Beginn der Abbrucharbeiten alter Komponenten, Fenster etc,	September 04
Polier- und Detailplanung Vergaben und Auftragserteilungen  Präsentationsunterlagen - Schaubilder, Bauteilkatalog Präsentation der Haustechnikkonzepte und Ausführung	bis Anfang November 04
Baubeginn – Abbruch- und Grabungsarbeiten, Auswechslungen	Oktober 04
Montage Fertigelemente vor Ort, Gebäudehülle und Aufstockung 2. Luftdichtheitsmessung nach Montage der neuen Hüllen inkl. der Passivhausfenster	Ende November 04
Innenausbau, Haustechnik	bis Ende April 05
Dokumentation und Präsentation der Sanierung Präsentation auf der Welser Energiesparmesse	März 05
Ausbauarbeiten, Fertigstellung der Sanierung 3. Luftdichtheitsmessung mit Leckagenortung - Thermokamera	Juni 05
Einrichtung, Außenanlagen, PV-Module	Bis August 05
Umzug in das renovierte Passivhaus	August – September 05
Auszeichnungen bei Wettbewerben, Öffentlichkeits-, Pressearbeit, Haus der Zukunft Workshop – Passivhaus Sanierung	September 05 – März 06
Erstellung der Dokumentation und Endpräsentation der Sanierung	April 06

## 4 Architektur und Gebäudekonstruktion

Das Pilotprojekt in Pettenbach sollte nicht nur modernsten energetischen Kriterien entsprechen, sondern auch eine architektonische Runderneuerung erhalten. Anpassung an die erweiterten Nutzungsanforderungen, klare Verbesserung der Raumqualitäten, sowie eine übersichtliche und klare Raumorganisation lauteten die Anforderungen des Bauherrn. Das Bauvolumen zeichnet sich durch seine klare Schlichtheit aus und gliedert sich in zwei ineinander verschmelzende Kuben.



Nähert man sich von Westen entlang der Straße dem Projekt, so ist lange nur der vordere Baukörper zu sehen. Dieser mit einer horizontalen unbehandelten Lärchenrautenschalung verkleidete Kubus präsentiert sich dem Betrachter in sich gegenseitig ergänzenden Varianten. Die Westfassade ist geprägt von der Ruhe der sich wiederholenden Lärchenlatten und wird mittels kleiner Einschnitte, die innen und außen verbinden, belebt.



Auf der Südseite wird die Lärchenschalung großflächig von zwei Glasbändern geöffnet, sodass sich ein Fassadenfüllendes „E“ – wie „Energiesparen“ – ergibt. Die beiden Glasbänder setzen sich aus alternierenden Fenster und Photovoltaikflächen zusammen und setzen sich auf der Ostfassade fort.

Die harmonisch in die Fassade integrierte Photovoltaikanlage setzt die Horizontalität in den Fensterbändern fort und hebt, nahezu nebenbei, die Auseinandersetzung mit der energetischen Bedeutung des Projekts für den Betrachter deutlich hervor. So symbolisiert die integrierte Photovoltaikanlage klar: „Hier ist Energie ein wichtiges Thema!“.



Wie sich an diesen Details erkennen lässt stellt die neue Gebäudehülle neben der energetischen die wichtige Aufgabe der kommunikativen Ebene dar. So bildet die Architektur das Sprachrohr energetischer und ökologischer Ideen des Projekts. So visualisiert die Lärche den konstruktiv wichtigen Baustoff Holz, der durch seinen Einsatz mitentscheidend für das nachhaltige und ökologische Gelingen des Projekts zeichnet. Besonderen Wert wurde von Planern und Ausführenden Firmen auf die Qualität der Ausführungsdetails, auch in gestalterischer Hinsicht gelegt.



Nähert sich der Betrachter weiter dem Haus entlang der Straße so zeigt sich plötzlich der zweite, zurückgesetzte Baukörper. Er bildet mit der grauen horizontal strukturierten Metallfassade einen stabilen Kontrast zur belebten Struktur des Holzes. Beherbergt der erstere Baukörper die Wohn-, Kinder- und Sanitärräume, so sind hier neben dem Eingang und der Galerie im Obergeschoß die Schlaf- und Arbeitsräume der Bauherrn untergebracht.

Die glatte Metallfassade spielt besonders zum angrenzenden Wald hin ihre Vorteile aus, da sie besonders pflegeleicht und dauerhaft ist.



Das alte Wohnzimmer, die beiden kleinen Schlafräume, sowie die alte Terrasse wurden zu einem großen Wohnraum mit offener Küche zusammengelegt.





Eindeutig ist die neue Lebensqualität mit höchstem Wohnkomfort und Behaglichkeit für die Familie als eine der wesentlichsten Gesichtspunkte entscheidend gewesen, um in dem aus den 60-iger Jahren stammenden Elternhaus einzuziehen zu können. Mit der hellen, licht durchfluteten Architektur und dem großzügig offenen Wohn- Essbereich wurde dem Wunsch der Bauherrn entsprochen, die engen, dunklen und unbehaglichen Räume des Altbaus zu öffnen, ohne zusätzliche Grünfläche zu verbauen. Außerdem ist dem Ehepaar die finanzielle Zukunftssicherung durch die Unabhängigkeit von Energiepreisen für die Raumwärme ein wichtiges Anliegen, und entspricht auch den Zukunftsvisionen für eine lebenswerte umweltschonende Zukunft für die eigenen Kinder.



Die konträren Fassadensysteme weisen gestalterische Gemeinsamkeiten auf wie etwa die Teilung oder die Eckausführungen.

Um Rostspuren und störende Schraubenköpfe in der Fassadenschalung zu vermeiden wurde diese werkseitig von hinten geschraubt.

Die gegenseitige Abstimmung von Fenstern und Schalung bzw. Verkleidung auf die Teilungsstruktur sowie eine angepasste Leibungsausführung.

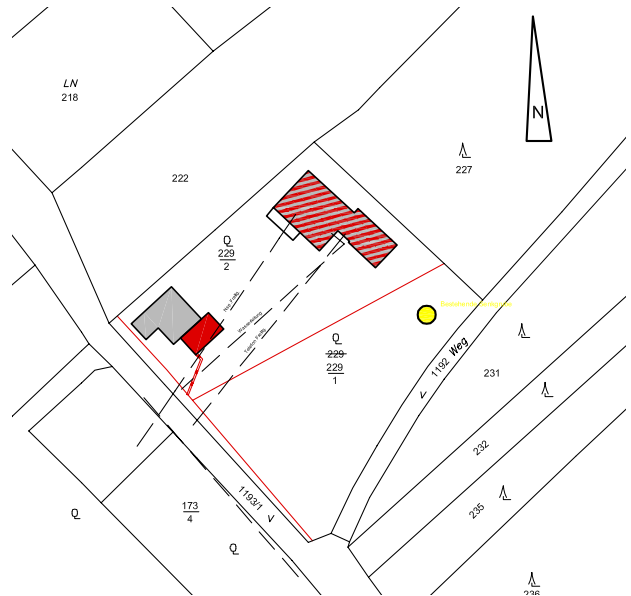
Um zeitgemäßes Wohnen sicherzustellen war es notwendig, die kleinräumige Zimmerstruktur durch zusammenlegen von Räumen aufzulockern. So entstanden aus vier Räumen samt Terrasse durch entfernen der Zwischenwände und Einziehen einer Auswechslung ein großzügiges Wohn- Esszimmer mit offener Küche.

Während der Altbau großteils durch die kleinen Fenster sehr dunkle Räume aufwies, ermöglichte die hohe thermische Qualität der neuen Fenster raumhohe Verglasungen mit viel Tageslicht. Eine Auswechslung über die Südecke schaffte zusätzlich die räumliche Erweiterung und Einbeziehung des Wohnbereichs zur Terrasse und Garten.

Die Neuplanung des Erdgeschosses wurde auch unter Berücksichtigung der Barrierefreiheit durchgeführt. So befindet sich im EG sowohl eine rollstuhlgerechte Bademöglichkeit samt ebener Dusche, und das jetzige Bürozimmer kann jederzeit kurzfristig als Schlafzimmer umfunktioniert werden.



## 4.1 Lagepläne



## 4.2 Perspektive - Visualisierung

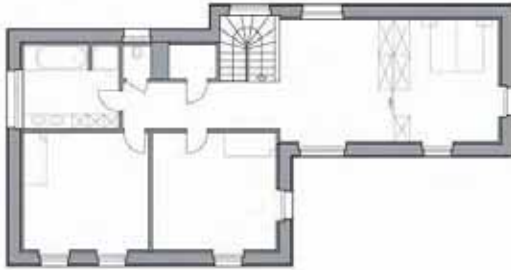


Südansicht

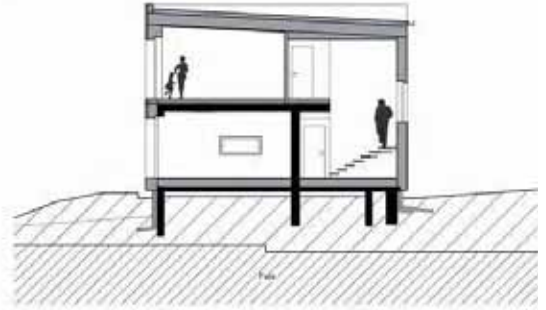


### 4.3 Grundrisse, Schnitte und Ansichten

OBERGESCHOSS



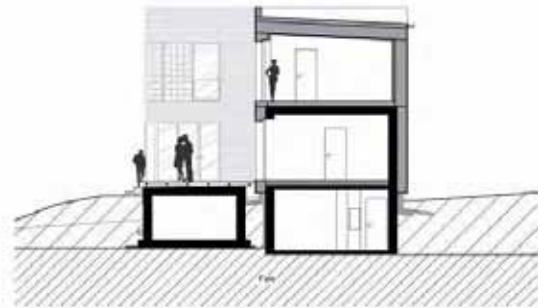
SCHNITT A - A



ERDGESCHOSS



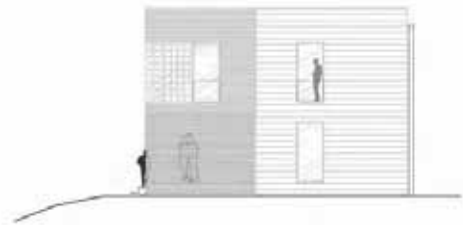
SCHNITT B - B



ANSICHT SÜD



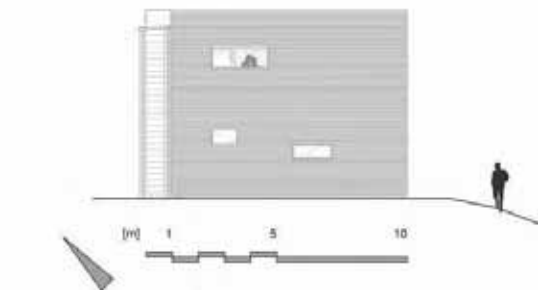
ANSICHT OST



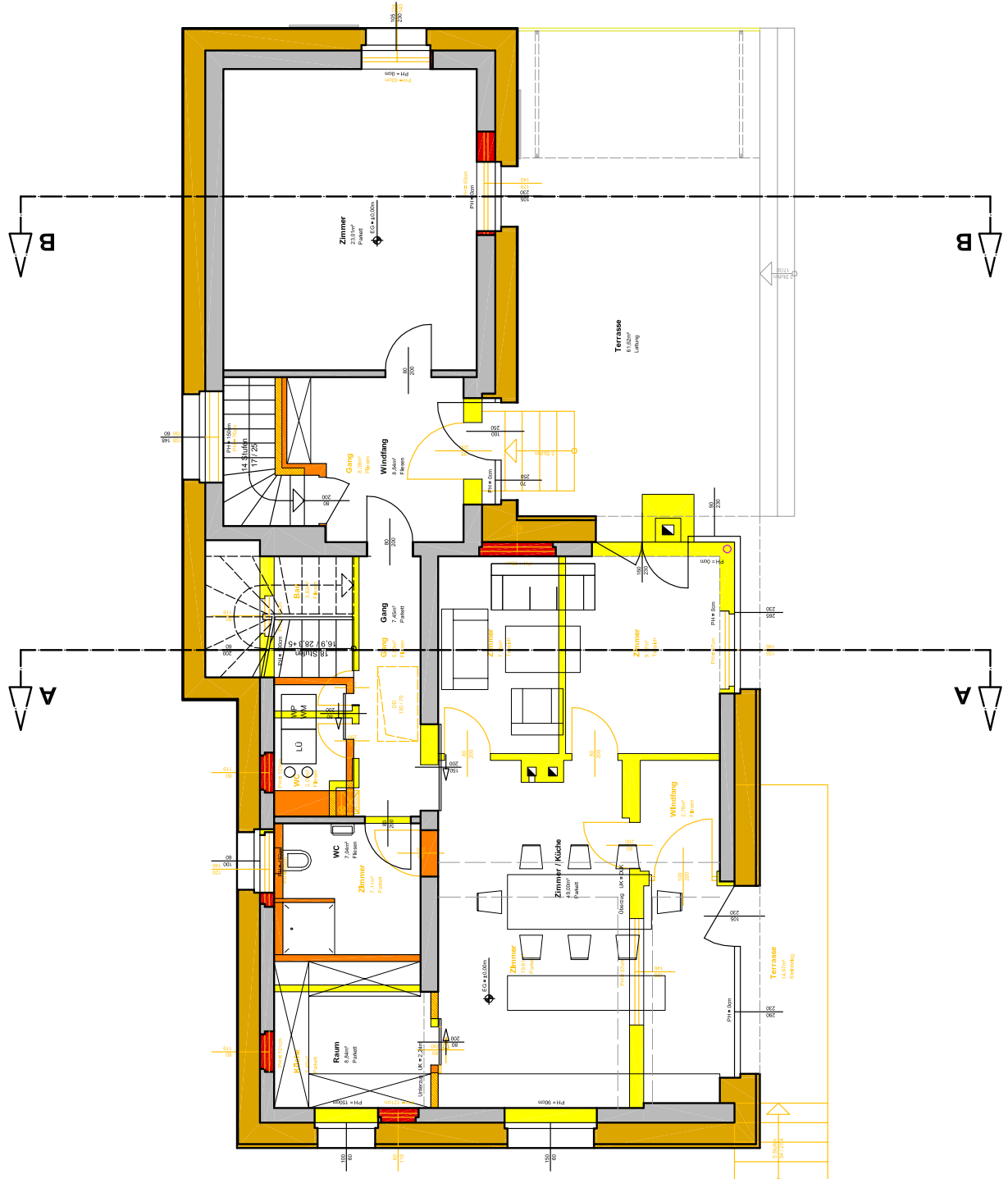
ANSICHT NORD



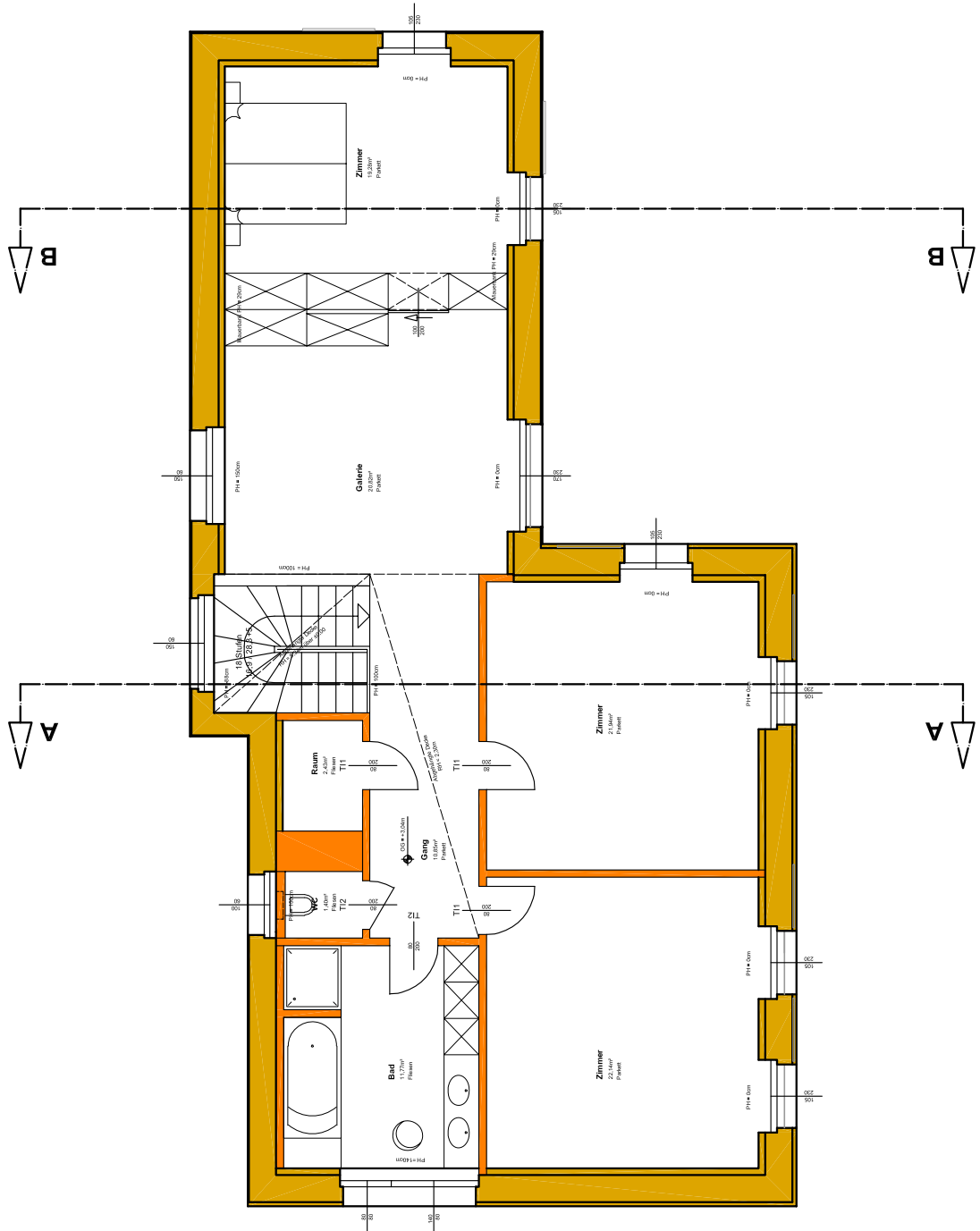
ANSICHT WEST



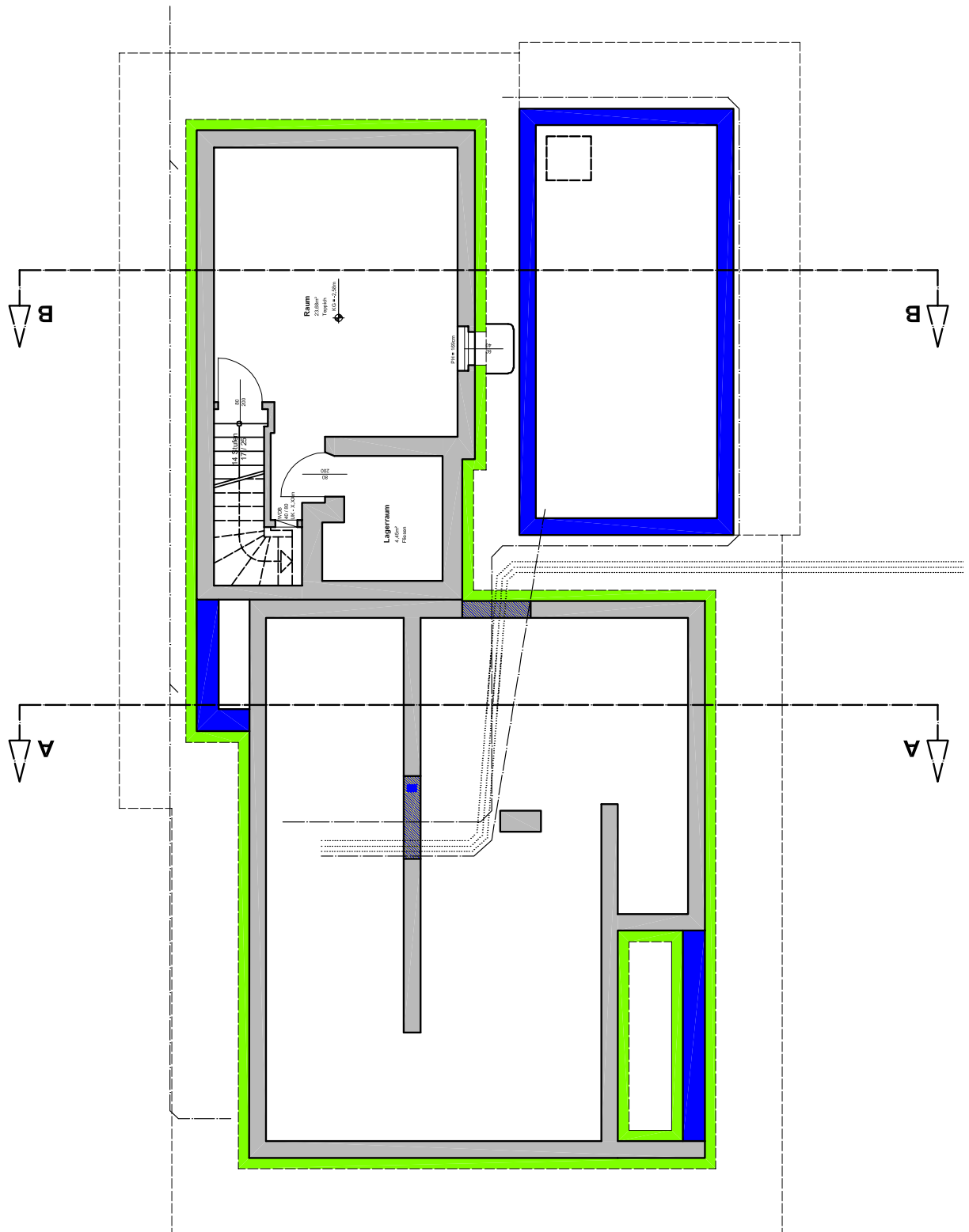
### 4.3.1 Grundriss Erdgeschoss



### 4.3.2 Grundriss Obergeschoss

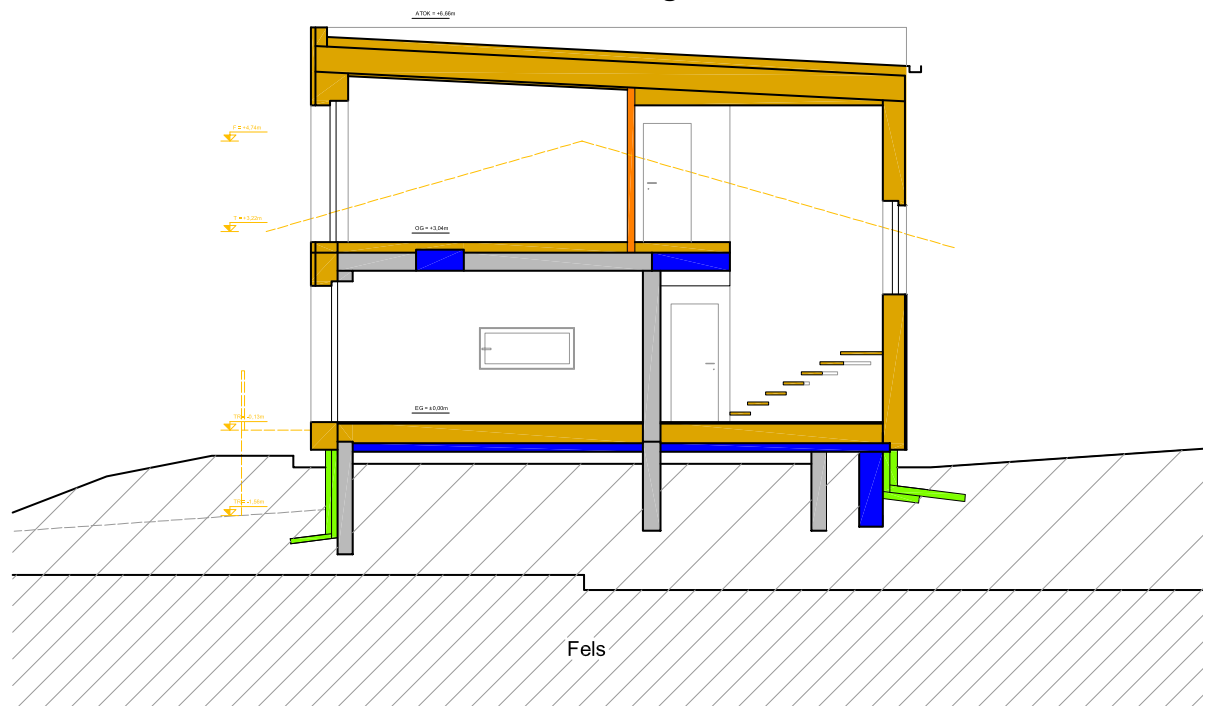


### 4.3.3 Grundriss Kellergeschoss

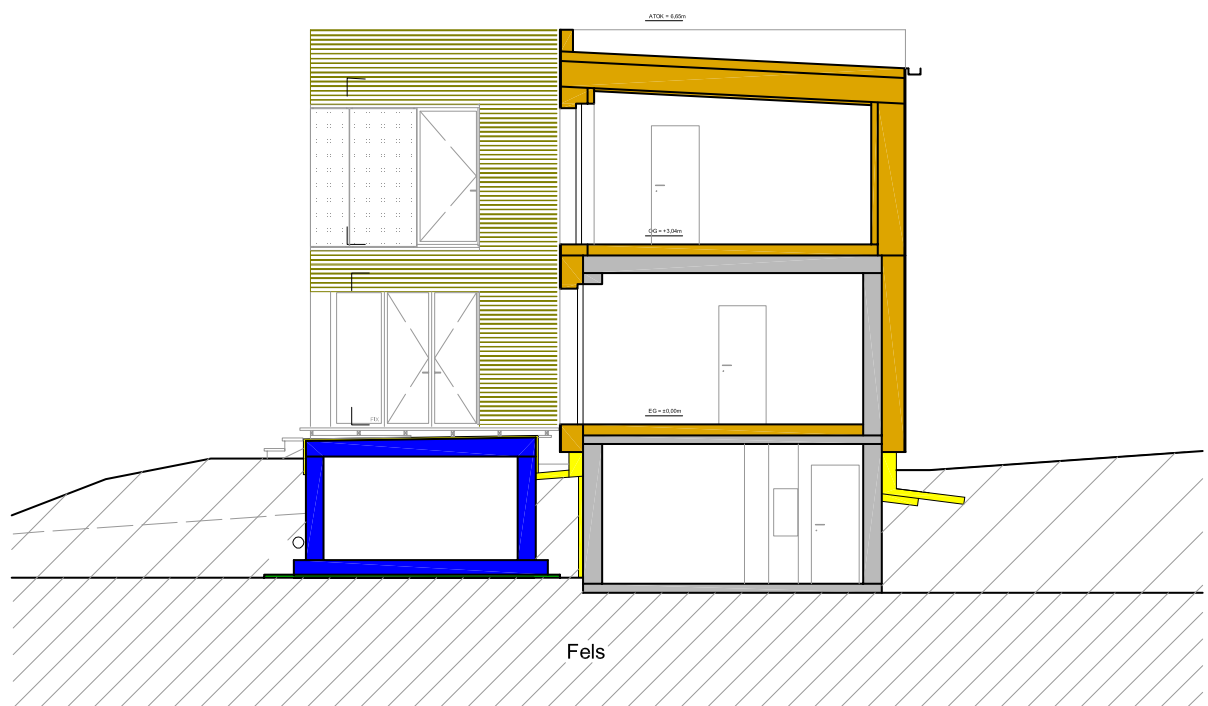


## 4.3.4 Schnitt

### 4.3.4.1 Schnitt durch Wohn-, Schlaf- und Stiegenbereich



### 4.3.4.2 Schnitt durch unterkellerten Baukörper und Senkgrube





#### 4.3.5 Flächenermittlung

Umbauter Raum, Bruttogeschosßfläche, beheizbare Bruttogeschosßfläche, Netto-Nutzfläche, bebaute Fläche, Grundstücksfläche, versiegelte Fläche

Flächenermittlungen		Alt Bestand	Neu nach Sanierung
Umbauter Raum		405,25 m <sup>2</sup>	986,25 m <sup>3</sup>
Bruttogeschosßfläche		161,31 m <sup>2</sup>	350,19 m <sup>2</sup>
Beheizbare Bruttogeschosßfläche		119,19 m <sup>2</sup>	303,00 m <sup>2</sup>
Energiebezugsfläche		97,00 m <sup>2</sup>	217,00 m <sup>2</sup>
Netto-Nutzfläche	EG + OG	94,03 m <sup>2</sup>	203,83 m <sup>2</sup>
	KG	28,13 m <sup>2</sup>	28,13 m <sup>2</sup>
Bebaute Fläche		119,19 m <sup>2</sup>	151,73 m <sup>2</sup> (davon rund 22 m <sup>2</sup> Passivhaus Zusatzwandaufbau)
Grundstücksfläche		1.918,00 m <sup>2</sup>	1.854 m <sup>2</sup> (64 m <sup>2</sup> Straßenabtretung)
Versiegelte Fläche		267,04 m <sup>2</sup>	236,68 m <sup>2</sup> (Garagenbestand und Carport wird in Hang integriert und erhält Gründach)

#### 4.4 Thermische Gebäudehülle

Bauteil	Vor dem Umbau	Nach dem Umbau
<b>Heizwärmebedarf</b>	<b>280 kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>14,6 kWh/m<sup>2</sup>a nach PHPP</b> 7,0 kWh/m <sup>2</sup> a nach OIB
<b>Heizlast</b>	230 W/m <sup>2</sup>	<b>10,0 W/m<sup>2</sup> nach PHPP</b>
<b>Heizwärmebedarf Gesamt</b>	Ca. 27.100 kWh/a	3.170 kWh/a
<b>Heizenergieeinsparung</b>	- - -	23.930 kWh/a
<b>Energiebezugsfläche</b>	97 m <sup>2</sup>	217 m <sup>2</sup>
<b>CO<sub>2</sub>-Ausstoß Raumwärme</b>	Ca. 9.200 kg CO <sub>2</sub> /a	630 kg CO <sub>2</sub> /a !!! durch PV
<b>Drucktest Ergebnisse n<sub>50</sub></b>	Messung Altbestand <b>5,1</b>	1. Messung während Bauphase <b>0,65</b> 2. Messung Ende Juni <b>0,60</b> 3. Messung Fertigstellung <b>0,50</b>
<b>Außenwand EG - Sanierung</b> <b>U-Wert<sub>nachher</sub> = 0,11 W/m<sup>2</sup>K</b>	20 cm Mauerwerk 2 cm Putz beidseitig  U-Wert <sub>Altbau</sub> ca. 1,30 W/m <sup>2</sup> K	36 cm Holzriegelkonstr. kreuzlagig, dazwischen Zellulosedämmung 1,6 cm DWD-Platte 4,5 cm Hinterlüftung 3,0 cm Lärchen Rautenschalung
<b>Außenwand OG Aufstockung</b> <b>U-Wert<sub>nachher</sub> = 0,09 W/m<sup>2</sup>K</b>	-----  U-Wert <sub>Altbau</sub> ca. 1,50 W/m <sup>2</sup> K	2,5 cm GKB-Platte zweilagig 12 cm trag. Holzsteher / Zellulosedäm. 1,6 cm OSB-Platte 32 cm Holzriegelkonstr./ Zellulosedäm. 1,6 cm DWD-Platte 4,5 cm Hinterlüftung 3,0 cm Lärchen Rautenschalung
<b>Dach - Aufstockung</b> <b>U-Wert<sub>nachher</sub> = 0,09 W/m<sup>2</sup>K</b>  Die 4 Dachelemente wurden als Großtafeln mit einer Breite von 5 Metern geliefert!	-----  U-Wert <sub>Altbau</sub> ca. 1,50 W/m <sup>2</sup> K	8 cm Gleitbügeldach m. Hinterlüftung 1,6 cm DWD-Platte 40 cm versetzte Holztragkonstruktion, dazwischen Zellulosedämmung 1,6 cm OSB-Platte 0,1 cm PAE-Folie 4,0 cm Mineralwolle zw. Lattung 1,2 cm GKB-Platte
<b>Boden über Erdreich</b> <b>U-Wert<sub>nachher</sub> = 0,12 W/m<sup>2</sup>K</b>	8 cm Estrich (Abbruch) 6 cm Betonplatte(Abbruch) Erdreich (abgegraben)  U-Wert <sub>Altbau</sub> ca. 2,68 W/m <sup>2</sup> K	2 cm Industrieparkett 3 cm Distanzboden Holzplatte 32 cm Dämmung zw. Distanzfüssen 0,5cm Feuchtigkeitsisolierung 20 cm Stahlbetonplatte 20 cm Rollierung
<b>Kellerdecke</b> <b>U-Wert<sub>nachher</sub> = 0,13 W/m<sup>2</sup>K</b>	8 cm Estrich (Abbruch) 2 cm Dämmung (Abbruch) 22 cm Stahlbetondecke 5 cm Kellerdeck.dämmung  U-Wert <sub>Altbau</sub> ca. 2,68 W/m <sup>2</sup> K	2 cm Industrieparkett 5 cm Estrich 6 cm EPS Dämmung 2 cm Vakuumdämmung 0,5 cm Schaumfolie 1 cm Nivelliermasse
<b>Sockel- und Schirmdämmung</b> <b>U-Wert<sub>nachher</sub> = 0,15 W/m<sup>2</sup>K</b>	25 cm Betonschalsteinmwk	0,5 cm Sockelputz 24 cm XPS- Dämmung CO <sub>2</sub> geschäumt 0,5 cm Feuchtigkeitsisolierung
<b>Passivhausfenster und -türen</b>	Holz-Alu Passivhausfenster mit <b>PHI Zertifikat</b> Josko Passiv ECO Holz-Alu mit Korkkern U <sub>w</sub> = 0,77 W/m <sup>2</sup> k    U <sub>G</sub> = 0,60 W/m <sup>2</sup> k    g-Wert 51% Wärmebrückenfreier Einbau in der vorgefertigten Holzrahmenkonstruktion, welche vor das bestehende Mauerwerk gehängt wurde. Fensterstock außen überdämmt. Sonnenschutz außenliegend und hinterlüftet	

#### 4.4.1 PHPP - Berechnungen Heizwärmebedarf und Heizlast

Objekt:	Altbausanierung EFH Schwarz Gabriele und Werner		
Standort und Klima:			Linz
Straße:	Lungendorf 81		
PLZ/Ort:	4643 Pettenbach		
Land:	Oberösterreich		
Objekt-Typ:	EFH Altbausanierung auf PH-Standard		
Bauherr(en):	Gabriele und Werner Schwarz		
Straße:			
PLZ/Ort:			
Architekt:	LANG consulting		
Straße:	Linzerstraße 280/6		
PLZ/Ort:	1140 Wien		
Hautechnik:	Planungsteam E-Plus		
Straße:	Impulszentrum Bregenzerald 1135		
PLZ/Ort:	6863 Egg		
Baujahr:	2005		
Zahl WE:	1		
Umbautes Volumen $V_e$ :	820,0	m <sup>3</sup>	
Personenzahl:	4,0		
Innentemperatur:	20,0	°C	
Interne Wärmequellen:	2,1	W/m <sup>2</sup>	

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	216,9	m <sup>2</sup>	
Verwendet:	Jahresverfahren		PH-Zertifikat: Erfüllt?
<b>Energiekennwert Heizwärme:</b>	<b>15</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	15 kWh/(m <sup>2</sup> a) <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Drucktest-Ergebnis:</b>	<b>0,50</b>	<b>h<sup>-1</sup></b>	0,6 h <sup>-1</sup> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Spez. Gesamt-Primärenergiekennwert</b> (WW, Heizung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	<b>109</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	120 kWh/(m <sup>2</sup> a) <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Spez. Gesamt-Endenergiekennwert</b> (WW, Heizung und Hilfsstrom):	<b>43,2</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:	<b>20</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	
<b>Heizlast:</b>	<b>10,0</b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	

Übertemperaturhäufigkeit: **6,9%** über **25** °C

Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV			
Nutzfläche nach EnEV:	262,4	m <sup>2</sup>	
<b>Primärenergie-Kennwert</b> (WW, Heizung und Hilfsstrom):	<b>35,1</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	40 kWh/(m <sup>2</sup> a) <input checked="" type="checkbox"/>

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit PHPP liegen diesem Antrag bei.

Ausgestellt am:

03.02.2006

gezeichnet:

Ing. Günter Lang

# Passivhaus-Projektierung

## ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima:  Innentemperatur:  °C  
 Objekt:  Gebäudetyp/Nutzung:   
 Standort:  Energiebezugsfläche A<sub>EB</sub>:  m<sup>2</sup>  
 Standard-Personenbelegung:  Pers pro m<sup>2</sup>

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m <sup>2</sup>	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Temp.-faktor f <sub>t</sub>	G <sub>t</sub> kWh/a	kWh/a	Energiebezugsfläche
1 AW-EG	A	138,1	0,112	1,00	80,2	1246	
2 Außenwand Erdreich	B			0,41			
3 Dach/Decken Außenluft	D	149,1	0,095	1,00	80,2	1133	
4 Boden -> KG	B	49,4	0,134	0,41	80,2	218	
5 AW-OG	A	169,8	0,092	1,00	80,2	1254	
6 AW-Stiege	A	22,9	0,114	1,00	80,2	210	
7 Boden -> Erde	B	99,4	0,127	0,41	80,2	415	
8 Fenster	A	53,0	0,744	1,00	80,2	3164	
9 Außentür	A	2,3	0,790	1,00	80,2	146	
10 Wbrücken außen (Länge/m)	A			1,00			
11 Wbrücken Perimeter (Läng	P	58,9	-0,054	0,41	80,2	-106	
12 Wbrücken Boden (Länge/m)	B	16,8	0,140	0,41	80,2	77	
Summe aller Hüllflächen		681,6					

**Transmissionswärmeverluste Q<sub>T</sub>** Summe  kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Lüftungsanlage:** wirksames Luftvolumen V<sub>L</sub>  m<sup>2</sup> \* lichte Raumhöhe  m =  m<sup>3</sup>

effektiver Wärmebereitstellungsgrad  $\eta_{\text{eff}}$    
 der Wärmerückgewinnung  
 Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmeübertr $\eta_{\text{EWT}}$

energetisch wirksamer Luftwechsel n<sub>L</sub>  (1 -  $\Phi_{\text{WRG}}$  ) +  $n_{\text{L,Rest}}$   =  1/h

**Lüftungswärmeverluste Q<sub>L</sub>**  m<sup>3</sup> \*  1/h \*  C<sub>Luft</sub> Wh/(m<sup>3</sup>K) \*  kWh/a =  kWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Summe Wärmeverluste Q<sub>V</sub>** (  +  ) \*  =  kWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m <sup>2</sup>	Globalstr. Heizzeit kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/a
1 Ost	0,35	0,52	13,00	336	802
2 Süd	0,39	0,52	33,76	336	2320
3 West	0,30	0,52	3,26	189	94
4 Nord	0,26	0,52	3,00	189	75
5 Horizontal	0,40	0,00	0,00	341	0

**Wärmeangebot Solarstrahlung Q<sub>S</sub>** Summe  kWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Interne Wärmequellen Q<sub>I</sub>**  kh/d \* Länge Heizzeit  d/a \* spezif. Leistung q<sub>I</sub>  W/m<sup>2</sup> \* A<sub>EB</sub>  m<sup>2</sup> =  kWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Freie Wärme Q<sub>F</sub> Q<sub>S</sub> + Q<sub>I</sub> =  kWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten Q<sub>F</sub> / Q<sub>V</sub> =

Nutzungsgrad Wärmegewinne  $\eta_G$  ( 1 - ( Q<sub>F</sub> / Q<sub>V</sub> )<sup>5</sup> ) / ( 1 - ( Q<sub>F</sub> / Q<sub>V</sub> )<sup>6</sup> ) =

**Wärmegewinne Q<sub>G</sub>**  $\eta_G$  \* Q<sub>F</sub> =  kWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Heizwärmebedarf Q<sub>H</sub>** Q<sub>V</sub> - Q<sub>G</sub> =  kWh/a  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Grenzwert  kWh/(m<sup>2</sup>a) Anforderung erfüllt?

# Passivhaus-Projektierung

## HEIZWÄRMELAST

Objekt: **Altbausanierung EFH Schwarz Gabriele und Werner** Gebäudetyp/Nutzung: **EFH Altbausanierung** Innentemperatur: **20** °C  
 Standort: \_\_\_\_\_ Energiebezugsfläche A<sub>EB</sub>: **217** m<sup>2</sup>  
 Kenn-Nr. Heizlast-Region: **14** Keine Auswahl / Heizlastdaten zugeordnet Klima (Heizlast): **Linz**

Bauteile	Temperaturzone	m <sup>2</sup>	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Faktor immer 1 (außer "X")	TempDiff		P <sub>T 1</sub> Watt	P <sub>T 2</sub> Watt
					K	K		
1. AW-EG	A	138,1	0,112	1,00	28,5	bzw. 23,6	443	367
2. Außenwand Erdreich	B			1,00	6,7	bzw. 6,7		
3. Dach/Decken Außenluft	D	149,1	0,095	1,00	28,5	bzw. 23,6	402	333
4. Boden -> KG	B	49,4	0,134	1,00	6,7	bzw. 6,7	44	44
5. AW-OG	A	169,8	0,092	1,00	28,5	bzw. 23,6	446	369
6. AW-Stiege	A	22,9	0,114	1,00	28,5	bzw. 23,6	75	62
7. Boden -> Erde	B	99,4	0,127	1,00	6,7	bzw. 6,7	85	85
8. Fenster	A	53,0	0,744	1,00	28,5	bzw. 23,6	1124	931
9. Außentür	A	2,3	0,790	1,00	28,5	bzw. 23,6	52	43
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A			1,00	28,5	bzw. 23,6		
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P	58,9	-0,054	1,00	6,7	bzw. 6,7	-22	-22
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	16,8	0,140	1,00	6,7	bzw. 6,7	16	16
13. Haus/Wohnungstrennwand	I			1,00	3	bzw. 3		

### Transmissionswärmelast P<sub>T</sub>

Summe = **2664** bzw. **2227**

Luftungsanlage:  
 A<sub>EB</sub> m<sup>2</sup> **216,9** \* lichte Raumhöhe m **2,50** = m<sup>3</sup> **542**  
 wirksames Luftvolumen V<sub>L</sub>  
 Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers η<sub>WRG</sub> **87%**  
 Wärmebereitstellungsgrad des Erreichwärmetauschers η<sub>EWT</sub> **33%**  
 n<sub>L-Anlage</sub> 1/h **0,331** \* Φ<sub>WRG</sub> **0,91** + n<sub>L-Res</sub> (Heizlast) 1/h **0,050** = energetisch wirksamer Luftwechsel n<sub>L</sub> 1/h **0,078**

Luftungswärmelast P<sub>L</sub>  
 V<sub>L</sub> m<sup>3</sup> **542,3** \* n<sub>L</sub> 1/h **0,078** \* c<sub>Luft</sub> Wh/(m<sup>3</sup>K) **0,33** \* TempDiff 1 K **28,5** bzw. TempDiff 2 K **23,6** = P<sub>L 1</sub> W **400** bzw. P<sub>L 2</sub> W **331**

### Summe Wärmelast P<sub>V</sub>

P<sub>T</sub> + P<sub>L</sub> = **3063** bzw. **2558**

Ausrichtung der Fläche	Fläche m <sup>2</sup>	g-Wert (senkr. Einstrahlung)	Reduktionsfaktor (vgl. Blatt Fenster)	Strahlung 1 W/m <sup>2</sup>	Strahlung 2 W/m <sup>2</sup>	P <sub>S 1</sub> W	P <sub>S 2</sub> W
1. Ost	13,0	0,5	0,4	69,7	5	167	12
2. Süd	33,8	0,5	0,4	69,7	5	482	35
3. West	3,3	0,5	0,3	20,3	5	10	3
4. Nord	3,0	0,5	0,3	20,3	5	8	2
5. Horizontal	0,0	0,0	0,4	45,0	10	0	0

### Wärmeangebot Solarlast P<sub>S</sub>

Summe = **666** bzw. **51**

### Interne Wärmelast P<sub>I</sub>

spez. Leistung W/m<sup>2</sup> **1,6** \* A<sub>EB</sub> m<sup>2</sup> **217** = P<sub>I 1</sub> W **347** bzw. P<sub>I 2</sub> W **347**

### Wärmegewinne P<sub>G</sub>

P<sub>S</sub> + P<sub>I</sub> = **1014** bzw. **398**  
 P<sub>V</sub> - P<sub>G</sub> = **2050** bzw. **2160**

### Heizwärmelast P<sub>H</sub>

= **2160** W <sup>0,56</sup>

### wohnflächenspezifische Heizwärmelast P<sub>H</sub> / A<sub>EB</sub>

= **10,0** W/m<sup>2</sup>

Zulufttemperatur ohne Nachheizung \_\_\_\_\_ Eingabe max. Zulufttemperatur **38** °C  
 zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zulufttemperatur Max. **38** °C

= **1212** W spezifisch **5,6** W/m<sup>2</sup>

# Passivhaus-Projektierung

## PRIMÄRENERGIEKENNWERT

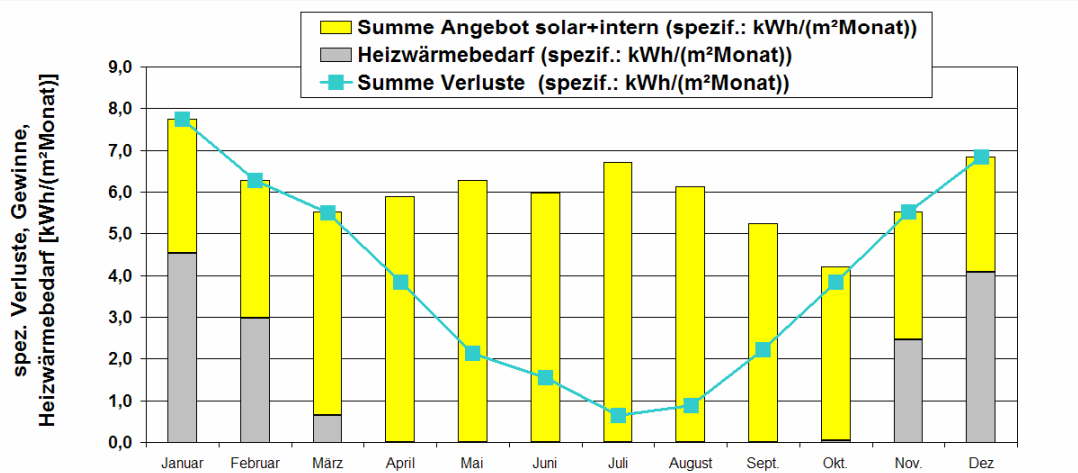
Objekt: <b>Altbausanierung EFH Schwarz Gabriele und Werner</b>		Gebäudetyp/Nutzung: <b>EFH Altbausanierung auf</b>	
Standort: <input type="text"/>		Energiebezugsfläche $A_{EG}$ :	<b>217</b> m <sup>2</sup>
		$Q_H + Q_{HL}$ :	<b>15</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)
		<b>Endenergie</b>	<b>Primärenergie</b>
		kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)
		<b>Emissionen CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	
		kg/(m <sup>2</sup> a)	
<b>Strombedarf (ohne Wärmepumpe)</b>		PE-Kennwert	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (CO <sub>2</sub> -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	<b>7%</b>	<b>g/kWh</b>
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	<b>2,7</b>	<b>680</b>
Heizung, direkt elektrisch	$Q_{H,de}$	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>
Warmwasserbereitung, direkt elektrisch	$Q_{WW,de}$ (Blatt WW+Verteil, Solar/WW)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Strombedarf Haushaltsgeräte	$Q_{EHH}$ (Blatt Strom)	<b>12,8</b>	<b>8,7</b>
Strombedarf Hilfsstrom		<b>3,9</b>	<b>2,7</b>
<b>Summe Strombedarf (ohne Wärmepumpe)</b>		<b>17,7</b>	<b>12,1</b>
<b>Wärmepumpe</b>		PE-Kennwert	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (CO <sub>2</sub> -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		<b>g/kWh</b>
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	<b>2,7</b>	<b>680</b>
Energieträger Ergänzungsheizung		<b>Strom</b>	<b>2,7</b>
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	Eigene Berechnung		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger Gesamtsystem	Eigene Berechnung		
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)	$Q_{WP}$	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Summe Strombedarf Wärmepumpe</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Kompaktgerät mit el. Wärmepumpe</b>		PE-Kennwert	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (CO <sub>2</sub> -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	<b>93%</b>	<b>g/kWh</b>
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	<b>2,7</b>	<b>680</b>
Energieträger Ergänzungsheizung		<b>Strom</b>	<b>2,7</b>
Arbeitszahl Wärmepumpe Winter	(Blatt Kompakt)	<b>3,2</b>	
Arbeitszahl Wärmepumpe Sommer	(Blatt Kompakt)	<b>3,2</b>	
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Nachweis)	(Blatt Kompakt)	<b>0,36</b>	
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Projektierung)	(Blatt Kompakt)	<b>0,40</b>	
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)	$Q_{WP}$	<b>10,8</b>	<b>29,1</b>
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Kompakt)	<b>11,9</b>	<b>8,1</b>
<b>Summe Kompaktgerät</b>		<b>22,7</b>	<b>15,4</b>
<b>Kessel</b>		PE-Kennwert	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (CO <sub>2</sub> -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		<b>g/kWh</b>
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)		
Bauart Wärmeerzeuger	(Blatt Kessel)		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Blatt Kessel)	<b>0%</b>	
Jahresenergiebedarf (ohne WW Wasch&Spül)	(Blatt Kessel)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Summe Heizöl/Gas/Holz</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Fern-/Nahwärme</b>		PE-Kennwert	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (CO <sub>2</sub> -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		<b>g/kWh</b>
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	<b>0,0</b>	<b>0</b>
Wärmequelle	(Blatt Fernwärme)		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Blatt Fernwärme)	<b>0%</b>	
Wärmebedarf Fern-/Nahwärme (ohne WW Wasch&Spül)	(Blatt Fernwärme)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Summe Fern-/Nahwärme</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Sonstige</b>		PE-Kennwert	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (CO <sub>2</sub> -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		<b>g/kWh</b>
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	<b>0,2</b>	<b>55</b>
Wärmequelle	(Projekt)	<b>Brennholz</b>	
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Projekt)		
Jahresenergiebedarf Heizung		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Jahresenergiebedarf Warmwasser (ohne WW Wasch&Spül)		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Nichtelektrischer Bedarf Kochen (Kochgas)	(Blatt Strom)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Summe Sonstige</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom</b>		<b>40,5</b>	<b>109,2</b>
<b>Gesamt PE-Kennwert</b>	<b>109,2</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)		
<b>Gesamtemission CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>27,5</b> kg/(m <sup>2</sup> a)		(ja/nein)
<b>Primärenergieanforderung</b>		<b>120</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)	<b>ja</b>
<b>Heizung, Warmwasser, Hilfsstrom (keine Haushaltsanwendungen)</b>		<b>15,7</b>	<b>42,5</b>
<b>PE-Kennwert Haustechnik</b>	<b>42,5</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)		
<b>Gesamtemission CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>10,7</b> kg/(m <sup>2</sup> a)		
<b>Solarstrom</b>		kWh/a	PE-Kennwert (eingespart)
projektierte Jahresstromerzeugung	Eigene Berechnung	<b>2200</b>	kWh/kWh
			<b>0,7</b>
<b>Kennwert</b>		<b>10,1</b>	<b>2,5</b>
<b>PE-Kennwert: Einsparung durch erzeugten Solarstrom</b>	<b>20,3</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)		
<b>eingesparte CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Solarstrom</b>	<b>4,4</b> kg/(m <sup>2</sup> a)		

# PASSIVHAUS-PROJEKTIERUNG

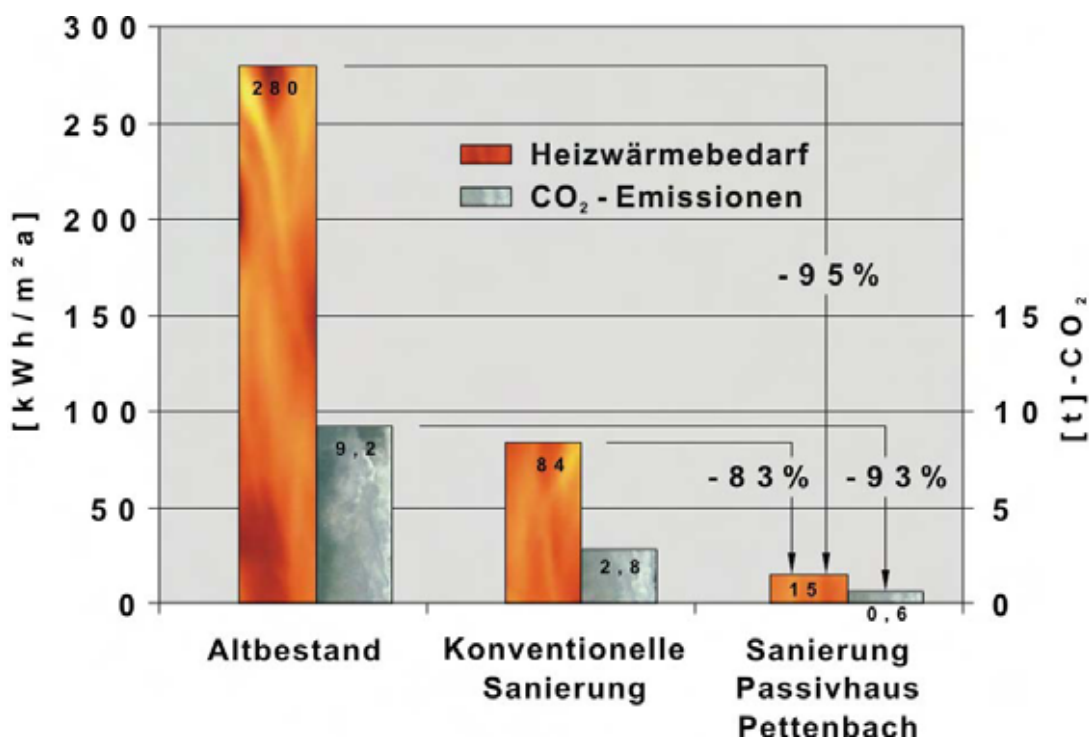
## ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME MONATSVERFAHREN

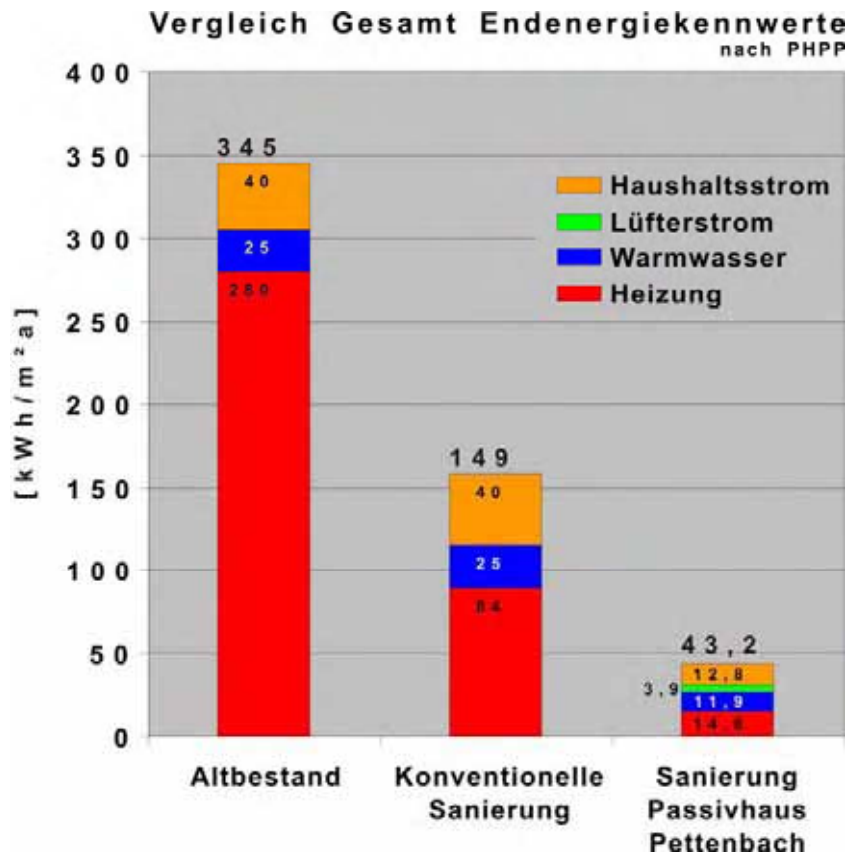
Klima: Linz      Innentemperatur: 20 °C  
 Objekt: Altbausanierung EFH Schwarz Gebriele und Werner      Gebäudetyp/Nutzung: EFH Altbausanierung auf PH-Standard  
 Standort:       Energiebezugsfläche A<sub>EG</sub>: 217 m<sup>2</sup>      Standard-Personenbelegung: 4 Pers

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	
Heizgr.Std. Außen	16,3	13,1	11,3	7,6	3,8	2,5	0,4	0,9	3,9	7,5	11,3	14,2	93	kKh
Heizgr.Std. Grund	4,8	4,3	4,8	4,8	5,2	5,3	5,6	5,7	5,5	5,5	5,1	5,0	62	kKh
Verluste Außen	1594	1285	1105	746	367	242	35	88	382	730	1107	1391	9073	kWh
Verluste Grund	88	79	88	88	96	97	104	105	101	101	93	92	1131	kWh
Summe Verluste (spezif.)	7,8	6,3	5,5	3,8	2,1	1,6	0,6	0,9	2,2	3,8	5,5	6,8	47,0	kWh/m <sup>2</sup>
Solare Gewinne Ost	89	100	175	229	243	228	265	237	196	137	83	65	2045	kWh
Solare Gewinne Süd	256	289	505	661	702	660	767	686	567	395	240	187	5917	kWh
Solare Gewinne West	8	12	22	33	42	44	47	38	26	17	8	6	302	kWh
Solare Gewinne Nord	6	9	18	26	34	35	38	30	20	13	6	5	241	kWh
Solare Gewinne Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Innere Wärmequellen	339	306	339	328	339	328	339	339	328	339	328	339	3991	kWh
Summe Angebot solar+inn	3,2	3,3	4,9	5,9	6,3	6,0	6,7	6,1	5,2	4,2	3,1	2,8	57,6	kWh/m <sup>2</sup>
Solarer Ausnutzungsgrad	100%	100%	99%	65%	34%	26%	10%	15%	42%	91%	100%	100%	56%	
Heizwärmebedarf	985	648	140	0	0	0	0	0	10	534	883	3200	kWh	
Heizwärmebedarf (spezif.)	4,5	3,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	4,1	14,8	kWh/m <sup>2</sup>	



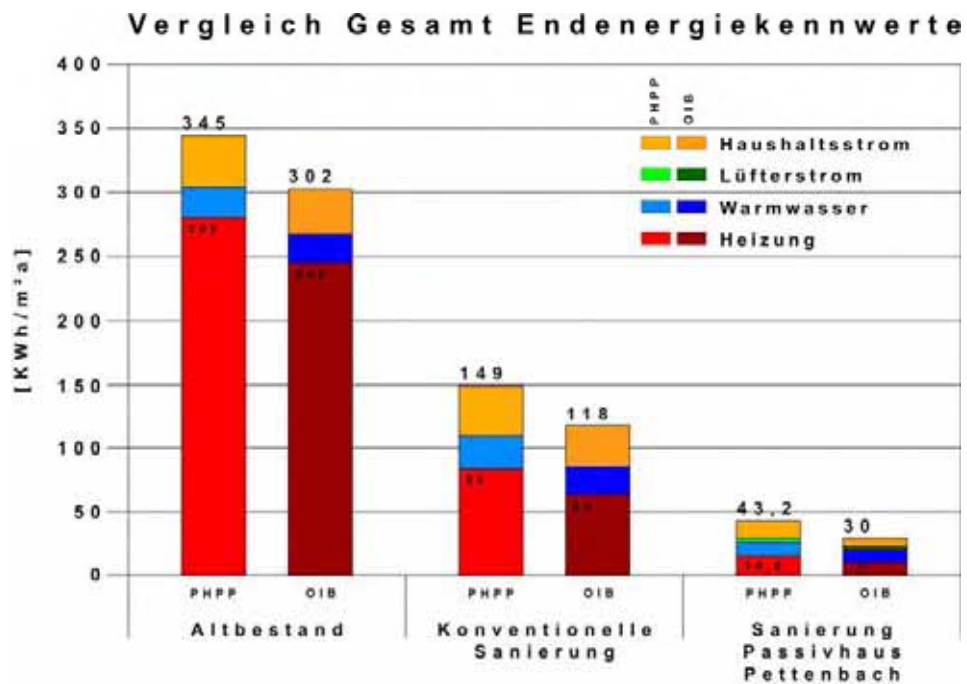
Heizwärmebedarf: Vergleich			
EN 832 Monatsverfahren	3199,8	kWh/a	14,8 kWh/(m <sup>2</sup> a) Bezugsfläche ist die Wohnfläche
PHPP, Heizperiodenverfahren	3172,9	kWh/a	14,6 kWh/(m <sup>2</sup> a) Bezugsfläche ist die Wohnfläche
Wert WSVO	3810,4	kWh/a	14,5 kWh/(m <sup>2</sup> a) Achtung! andere Bezugsfläche: A <sub>0</sub> nach EnEV
Wert EnEV	2282,1	kWh/a	8,7 kWh/(m <sup>2</sup> a) Achtung! andere Bezugsfläche: A <sub>0</sub> nach EnEV





Grafik: Vergleich der spezifischen Gesamt- Endenergiekennwerte nach PHPP bewertet für Heizung, Warmwasser, Lüfterstrom und Haushaltsstrom beim gegenständlichen Demonstrationsprojekt Altbausanierung EFH Schwarz in Pettenbach

Beim Vergleich darauf achten, nicht „Äpfel mit Birnen zu vergleichen!“  
Die unterschiedlichen Berechnungsmethoden können erhebliche Unterschiede hervorrufen.



Grafik: Vergleich der spezifischen Gesamt- Endenergiekennwerte nach PHPP- und OIB-Berechnungsmethode bewertet für Heizung, Warmwasser, Lüfterstrom und Haushaltsstrom beim gegenständlichen Demonstrationsprojekt Altbausanierung EFH Schwarz in Pettenbach



#### 4.5 Teilabbruch und Auswechlungen im Altbaubestand

In Anbetracht der Ressourcenschonung war klar, den Altbestand nicht komplett abzureißen und durch einen Neubau zu ersetzen, sondern den Umbau weitestgehend an den Bestand anzupassen, und entsprechend den neuen Raumfunktionen nur die notwendigen Abbrucharbeiten durchzuführen. Nebenbei kam der Umbau unterm Strich auch kostengünstiger als ein Neubau, bei dem auch noch die gesamten Abbruch und Deponiekosten hinzugekommen wären.



Abriß aller nicht tragenden Zwischenwände zur Schaffung größerer Raumeinheiten



Oben: Durch Entfernen der Parapete raumhohe Fenster für mehr Tageslicht.  
Unten: Aus den zuvor zwei Schlafräumen, einem Wohnzimmer, Windfang und ...



... der Terrasse wurde ein großer Wohnraum.  
Der alte Kamin und die Terrassenwand mussten dafür auch noch weg.



Der Wohnraum wurde mittels Auswechslung über die Südecke möglichst großzügig geöffnet.



Nach Entfernung von Eternitdach, Dachstuhl und den tragenden Wänden im Eingangsbereich wurden die bestehenden Deckenelemente durch Deckenuntersicht ebene Überzüge statisch abgefangen.



Nach Abschluss der Deckenauswechslungen Aushub der schlechten Bodenplatte und Abtragen des Erdreiches für den neuen hochgedämmten Bodenaufbau.



Blick in den freigelegten Nordtrakt des Gebäudebestands. Fertiggestellte Auswechslungen, sowie Betonkranz als planes Auflager für die künftigen Holzriegelwandelemente des Obergeschosses.



Auf Grund des schlechten Zustands des Putzes und der vielen Elektroschlitzte wurden sämtliche Innenwand- und Deckenflächen neu verputzt.

## 4.6 Sanierung und Aufstockung in Holzbau

### 4.6.1 Ziele Holzbau

#### **Bereich Sanierung:**

In Anlehnung an das „Haus der Zukunft“ Forschungsprojekt „Erste Schulsanierung auf Passivhausstandard“ sind im Gegensatz zu konventionellen Sanierungen vorgefertigte Holz-Wandelemente in Passivhausqualität zum Einsatz gekommen. Diese wurden auf die bestehende Holzspan Mantelbetonwand außen vorgehängt.

Wesentliche Vorteile und Innovationen: Reduktion der Bauzeit, Erhöhung der Qualität durch strenge werkseitige Qualitätskontrolle, gerüstlose Montage mit minimiertem Zeitaufwand. Bei bewohnten Projekten (was beim gegenständlichen Projekt nicht der Fall war) kommen noch weitere wichtige Vorzüge dieser Bauweise zum tragen: Minimierter Benutzerbeeinträchtigung durch stark reduzierte Lärm- und Staubemissionen, stark reduzierte Unfallgefahr, minimierter Baustellen Lagerflächenbedarf, keine Beeinträchtigung der Sichtverhältnisse durch Gerüstung, Schutznetz, und dergleichen. Die Neuentwicklung in punkto Montage- und Befestigungstechnik, welche für die Schulsanierung entwickelt wurde, ist in leicht adaptierter Form, in Abstimmung auf den speziellen Untergrund, bei diesem Projekt erstmals zur Anwendung gekommen. Die Befestigungspunkte wurden flexibel nach Maßgabe der örtlichen Gegebenheiten ohne exaktes Einmessen montiert, wobei hier das Holzspan Mantelbetonsteinmauerwerk eine zusätzliche Herausforderung darstellte.

#### **Bereich Aufstockung:**

Es galt ein Tragsystem sowie Wand-, Decken- und Dachelemente zu konzipieren, das einerseits die Anforderungen des Passivhausstandards erfüllen und große Spannweiten (Raumgrößen) mit marktüblichen Systemen für Einfamilienhäuser ermöglichen sollte.

#### 4.6.1.1 Statik

Da die erdgeschossigen Holzriegelkonstruktionen vorgehängt sind, war eine Abtragung sämtlicher Vertikallasten der Aufstockung nur über die bestehenden Massivwände möglich. Daher entschloss man sich die Installationsebene als die tragende Ebene mit 12/6cm Holzriegeln auszuführen, und diese Lasten über einen Betonrost direkt in die Ebene der Betonkerne der Holzspan Mantelbetonsteine abzuleiten.

Um möglichst wenige Elementstöße zu haben wurden die Dachelemente ebenfalls in großflächigen Elementen mit 5,0 Metern Breite mittels entsprechenden Sondertransportern angeliefert. So konnte die gesamte Dachfläche in nur 4 Elementen gefertigt werden, und im Kreuzungspunkt durch eine Stahlstützen Auswechslung die Last auf die tragende Mittelmauer abgeleitet werden.

#### **4.6.1.2 Brandschutz**

Sämtliche Leichtbauwände sind mit einer doppelagigen Gipskatonbeplankung ausgeführt worden, und bieten so eine generelle Brandschutzanforderung von F60.

#### **4.6.1.3 Befestigungstechnik**

Es galt eine unsichtbare Befestigung für werkseitig komplett vorgefertigte Fassaden ohne jede Zugänglichkeit im Montagezustand zu entwickeln.

### **4.6.2 Konzeption der Fassadenelemente im Bereich Sanierung**

#### **4.6.2.1 Fassadengestaltung**

Die beiden versetzten Baukörper erhielten zwei unterschiedliche Fassadengestaltungen. Der vordere Baukörper wurde mit einer horizontalen Rautenlärchenschalung mit offenen Fugen ausgeführt, während der zurückgesetzte Baukörper samt der ganzen Waldseite eine hinterlüftete, glatte Metallfassade erhielt.

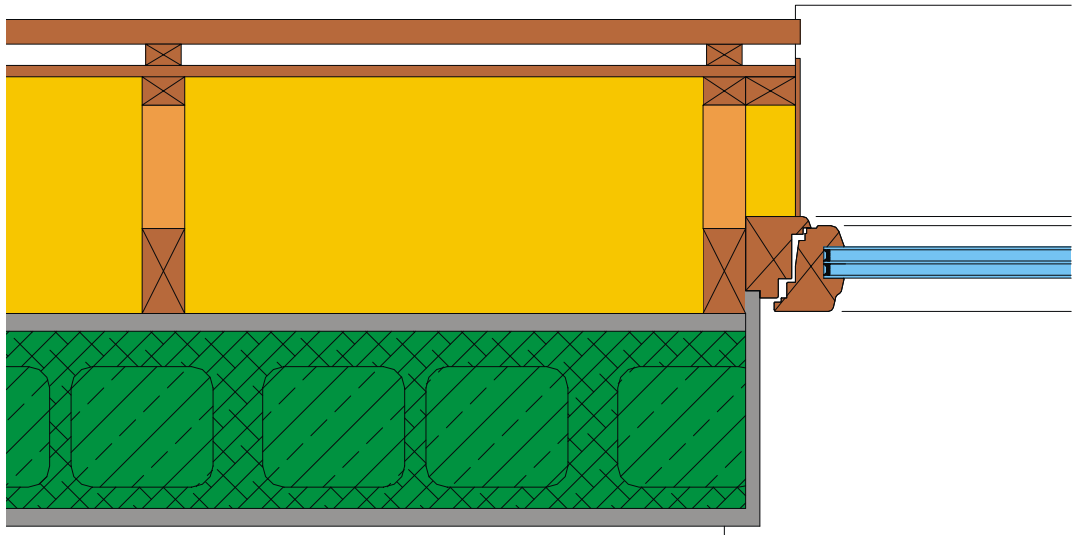
#### **4.6.2.2 Wärmedämmung, Wärmebrücken**

Um eine Minimierung der Wärmebrücken zu erzielen, wurden im Bereich der Elemente keine durchgehenden Rippen ausgeführt. Es kam ein Raster aus kreuzweise angeordneten Rippen zum Einsatz. Um die Wärmedämmung an die Unebenheiten und Fugen des Bestandes anpassen zu können, wurde eine Einblasdämmung vor Ort ausgeführt. Aus ökologischen Gründen wurde einer Zellulosedämmung der Vorzug gegeben und die Vorgangsweise mit der BVS Linz akkordiert.

Um ein vorschriftsmäßiges Einblasen der Zellulosedämmung zu gewährleisten, ist die Breite der horizontalen Rippen auf eine Breite von ca. 10 cm zu beschränken, da bei zu großen Breiten unmittelbar unter den horizontalen Rippen Hohlräume oder Bereiche zu geringen Verdichtungsgrades entstehen können. Das Einblasen erfolgte aufgrund der untereinander verbundenen „Kammern“ mittels „Vorsteckschlauch“. Die Einblasöffnungen wurden oberseitig werkseitig gebohrt (Durchmesser 10 – 12 cm, ein Stück je „Kammer“) und nach dem Einblasvorgang vor Ort verschlossen. Der Abstand der vertikalen Rippen ist auf max. 1 m zu beschränken.

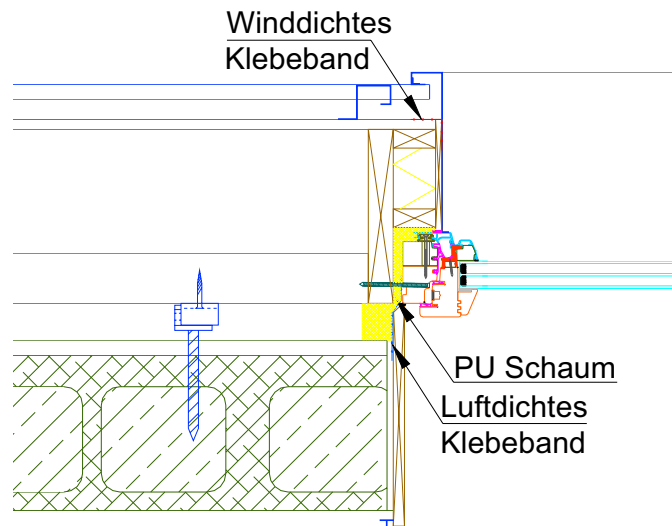
1	AW-EG					
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m <sup>2</sup> K/W] innen R <sub>si</sub> : 0,13						
außen R <sub>sa</sub> : 0,04						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
1.	Kalk-Zement-Innenputz	0,900				Dicke [mm]
2.	Holzspanbetonschalung	0,300				15
3.	Kalk-Zement-Außenputz	0,900				250
4.	Zellulosefaser zw. PN-	0,040	Latten	0,130		25
5.	Agepan DWD-Platte	0,080				355
6.						16
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		8,0%				66,1 cm
U-Wert: 0,112 W/(m <sup>2</sup> K)						

Regeldetail Horizontalschnitt – Erdgeschoß Thermische Sanierung Außenwand / Fensteranschluss



#### 4.6.2.3 Luftdichtheit

Im ebenerdigen Altbestand dient der Innenputz auf dem bestehenden Holzspan Mantelbetonsteinmauerwerk als Luftdichtheitsebene. Auf Grund der vielen Stemmarbeiten und Rissbildungen im bestehenden Putz wurde der alte Putz abgeschlagen, und komplett neu verputzt. Die Luft- und Dampfdichtigkeit im Sturz- und Parapetbereich wird über bituminöse Klebefolien erreicht, welche mittels Voranstrich an die verputzenden Fensterleibungen fixiert wurden. Durch die Abdeckung mit MDF-Platten wurden die Klebefolien überdeckt. Die außenseitige Winddichtigkeit wird über die außenliegenden DWD-Platten der vorgehängten Holzriegelkonstruktion sichergestellt. Im Sockelbereich wurde mittels der bituminösen Klebefolien die Dichtung zum Mauerwerk hergestellt. Der Wandaufbau ist nach außen hin sehr diffusionsoffen ausgeführt.



Wärmebrückenfreie und rationelle Montage der Fensterstöcke in der Ebene der vorgehängten Leichtbau-Wandelemente.

Übergang von der Vorgehängten Holzriegelkonstruktion auf das bestehende Mauerwerk durch luftdichtes andichten der Klebebänder an die Putzleibungen. Nachträgliche Verkleidung der Innenleibungen.



Anhand des Anschauungsmodells für Messen und Ausstellungen lassen sich sehr gut die genaue Situierung zum wärmebrückenfreien Einbau und die luftdichte Andichtung des vom PHI zertifizierten Passivhaus Fensterrahmens erkennen.

Die Fenster wurden weitestgehend bereits im Holzbaubetrieb in die Riegelwand fertig eingebaut, und auch die äußeren Fensterleibungen fertig verkleidet und die Sohlbänke montiert.



#### 4.6.2.4 Befestigungstechnik und Montage

Neuentwicklung in punkto Montage- und Befestigungstechnik bei Einfamilienhaus Sanierung und erstmaliger Einsatz.

Gemeinsam mit einem Geodäsiebüro wurden zunächst die geodätischen Möglichkeiten der Fassadenvermessung erörtert. In Frage kommen im Wesentlichen:

- Fotogrammetrie
- Terrestrische Vermessung
- Scannen der Fassade

##### **Conclusio in wirtschaftlicher Hinsicht:**

Die fotogrammetrische Fassadenvermessung bedeutet ca. den doppelten finanziellen Aufwand gegenüber der terrestrischen Vermessung.

##### **Conclusio in technischer Hinsicht:**

Basis für die Bildorientierung (Triangulation) der fotogrammetrischen Aufnahme ist eine terrestrische Passpunktbestimmung (4 Punkte je Aufnahme). Die terrestrischen Passpunkte sind in gleicher Genauigkeit wie die gesamten Vermessungspunkte bei der Variante Terrestrische Vermessung erfassbar. Durch die fotografische Aufnahme mit der EDV-technischen Entzerrung und Anpassung an die terrestrischen Passpunkte entsteht eine zusätzliche Ungenauigkeit, welche durch die begrenzte Bildauflösung zusätzlich erhöht wird.

Aus Genauigkeitsgründen wird daher die „konventionelle“ terrestrische Vermessung der fotogrammetrischen Fassadenaufnahme vorgezogen. Ein Grund für eine anderwärtige Entscheidung zugunsten der fotogrammetrischen Aufnahme wäre gegeben, wenn eine fotografische Aufnahme des Bestandes vor der Sanierungsmaßnahme erwünscht ist (in der Regel nur bei denkmalgeschützten Bauwerken).

Auf den vormontierten Befestigungsmitteln wurde zur genauen und einfachen Lagevermessung entweder ein Fadenkreuz angebracht oder eine einfache Vorrichtung konstruiert, mit welcher das direkte Aufstecken des „Spiegels“ bei der Vermessung ermöglicht wurde. Hinsichtlich Verankerung der Befestigungsmittel im Bestand wurden folgende Möglichkeiten untersucht:

- Spreizanker
- Klebeanker
- Klebung

Aufgrund der verschiedenen möglichen Untergründe mit divergierenden Oberflächenbeschaffenheiten sowie unterschiedlichen Materialeigenschaften im Bauteil selbst wird der Verankerung mittels Klebeankern der Vorzug gegeben (Anwendbarkeit bei Stein, Ziegel, Beton, usw.). Bloß bei Anwendung in gerissenen Zugzonen von Betonbauteilen sind selbstnachspannende Segmentanker vorzuziehen. Ein weiterer Vorteil der Klebeanker besteht in der Möglichkeit durch das Eindrehen des Dübels eine exakte Ausrichtung des Dübels in Fassadenebene zu erreichen, womit durch die Vermessung nur mehr 2 Dimensionen zu erfassen sind. Dies erleichtert auch die erforderliche Beschaffenheit der Befestigungsmittel, da die erforderliche Variabilität der

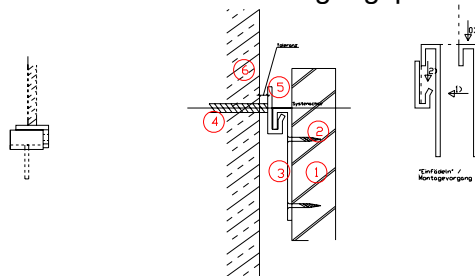


Befestigungsmittel in 3 Achsen auf 2 Achsen und damit ein ebenes (2D) Problem zurückgeführt werden kann.

Bei der weiteren Konzeption der Befestigungsmittel wurden die bevorzugten / sinnvollen Montagerichtungen /-abfolgen berücksichtigt. Aus diesen Überlegungen hat sich folgender Montageablauf ergeben: Die Wandelemente werden zunächst vom LKW mittels Mehrpunktaufhängung zur Fassade gehoben und durch Andrücken an die Befestigungsmittel in eine fassadenparallele Lage gebracht. Anschließend wird das Element abgesenkt, wobei eine leicht zur Horizontalen geneigte Elementaufhängung das Einfädeln der Befestigungspunkte in kontinuierlicher Folge erleichtert. Ist das Element in vertikaler Richtung abgesenkt, so hält es in 2 Richtungen ohne weitere Befestigung (senkrecht zur Fassade – Windsog/-druck und in vertikaler Richtung – Eigengewicht). Anschließend ist ein horizontales Justieren in fassadenparalleler Richtung mit einer abschließenden Lagefixierung möglich, die jedoch im Gebrauchszustand keine Belastung erfährt. Erreicht wird diese Montageabfolge durch ein zweigeteiltes Befestigungsmittel, welches – wie bereits erwähnt – im Bestand mittels Klebeanker fixiert wird und über eine U-förmige Einhängemöglichkeit verfügt. Der zweite Teil des Befestigungsmittels wird am Element fixiert (mittels Verschraubung) und verfügt über einen U-förmigen Aufhängeteil (siehe zeichnerische Darstellung).

Vertikalschnitt

Befestigungspunkte



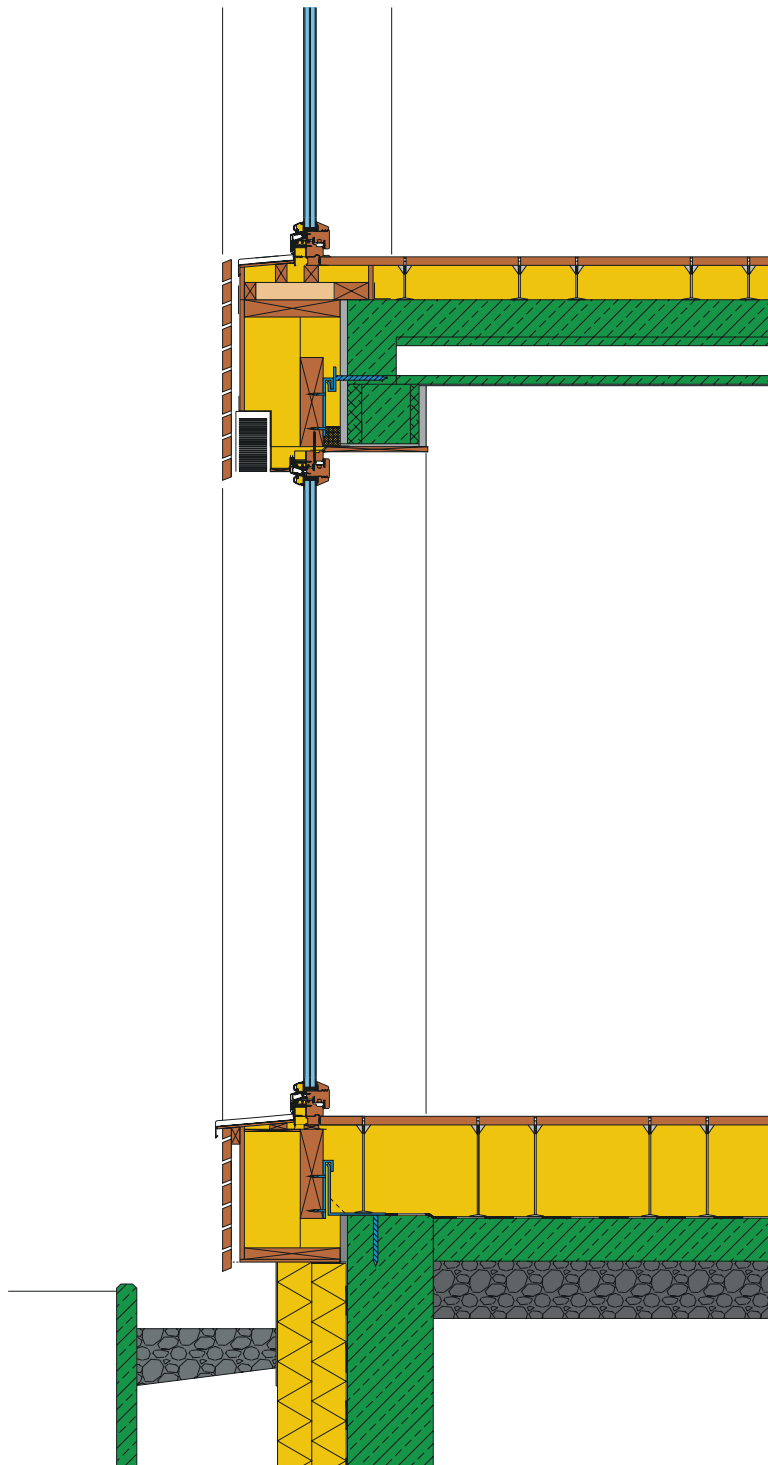
**Legende zum Befestigungsdetail**

- 1 Horizontale Aufhängerippen (Vollholz)
- 2 Verschraubung
- 3 U-förmiger Aufhängesteil
- 4 Klebeanker
- 5 U-förmiger Einhängesteil
- 6 Holzspan Mantelbetonstein Mauerwerk

Die exakte Lage der beiden Teile der Befestigungsmittel zueinander wurde über terrestrische Vermessung ermittelt, wobei die Lage der Teile, welche am Bestand vormontiert sind, ermittelt und mittels CAD in die Elementwerkpläne übertragen wird. Eventuelle Ungenauigkeiten in Fassadenlängsrichtung werden durch die U-förmige und damit verschiebliche Ausbildung der Befestigungsmittel aufgenommen, eventuelle vertikale Ungenauigkeiten führen dazu, dass einzelne Befestigungspunkte rein geometrisch keine Vertikalkräfte übertragen können. Daher wird das Befestigungsmittel auf die dreifache Vertikallast bemessen.



Die Schwerlastanker sind für die Holzriegelkonstruktion vorgeordnet.



Vertikalschnitt – EG / OG in Fenstertüren Ebene

Der Altbaubestand ist ein Massivbau. Sowohl die thermische Hülle des Altbaues, als auch die Aufstockung wird in Holzleichtbau ausgeführt.

Im Gegensatz zu bisherigen Sanierungen sind vorgefertigte Holz-Wandelemente in Passivhausqualität zum Einsatz gekommen. Diese sind den bestehenden Mantelbetonwänden außen vorgesetzt.

Wesentliche Vorteile und Innovationen:

Dramatische Reduktion der Bauzeit, Erhöhung der Qualität durch strenge werkseitige Qualitätskontrolle, gerüstlose Montage mit minimiertem Zeitaufwand und damit minimierter Benutzerbeeinträchtigung (stark reduzierte Lärm- und Staubemissionen, stark reduzierte Unfallgefahr, minimierter Lagerflächenbedarf, keine Beeinträchtigung der Sichtverhältnisse durch Gerüstung, Schutznetz, und dergleichen).

Eine weitere Neuentwicklung ist in punkto Montage- und Befestigungstechnik gedacht. Die Befestigungspunkte sollen flexibel nach Maßgabe der örtlichen Gegebenheiten ohne exaktes Einmessen montiert werden (rasche, kostengünstige Montage ohne Gerüst und ohne wesentliche Benutzerbeeinträchtigung möglich).

**Montageablauf der thermischen Gebäudehülle in Holzriegelfertigung um den ebenerdigen Altbaukörper:**





Bevor mit dem Einblasen der Zellulosedämmung in die vorgehängte Holzriegelkonstruktion begonnen werden konnte, mussten alle Anschlussstellen bei Fensterleibungen und Sockelabschluss mit Steinwolle gut ausgestopft werden. Die Zellulose wurde mit einer Rohdichte von 60 – 65 kg/m<sup>3</sup> lückenlos dicht eingeblasen, wie sich auch bei der späteren Thermografiemessung zeigte.

Am Abend des ersten Montagetales war die gesamte thermische Hülle des Erdgeschosses fertig gestellt und ausgedämmt.

## 4.6.3 Konzeption der Holzelemente im Aufstockungsbereich

### 4.6.3.1 Außenwände

Im Obergeschoß sind die Außenwände als tragende (für vertikale Lasten) Elemente ausgeführt. Da die erdgeschossigen Holzriegelkonstruktionen vorgehängt sind, war eine Abtragung sämtlicher Vertikallasten der Aufstockung nur über die bestehenden Massivwände möglich. Daher entschloss man sich die Installationsebene als die tragende Ebene mit 12/6cm Holzriegeln auszuführen, und diese Lasten über einen Betonrost direkt in die Ebene der Betonkerne der Holzspan Mantelbetonsteine abzuleiten. Aus Brandschutzgründen ist innen alles doppelt beplankt.

2 AW-OG							
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m <sup>2</sup> K/W]		innen R <sub>s,i</sub>		außen R <sub>s,e</sub>	
				0,13		0,04	
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	Dicke [mm]
1 Gipskartonplatte 2-lä	0,200					25	
2 Mineralwolle zw. Latt	0,040	Latten	0,130			120	
3 OSB-Platte	0,130					16	
4 Zellulosefaser zw. Pl	0,040	Latten	0,130			360	
5 AGEPAN DWD-Platte	0,080					16	
6							
7							
8							
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe	
		8,0%				53,7 cm	
				U-Wert: 0,092		W/(m <sup>2</sup> K)	

### Montageablauf - Außenwandhülle in Holzriegelfertigung für die Aufstockung:





Am zweiten Montagetag wurde wieder binnen eines Tages die gesamten vorgefertigten Außenwände des Obergeschosses aufgestellt, eingerichtet und anschließend sofort Zug um Zug wieder mit Zellulose ausgeblasen.

### 4.6.3.2 Dachkonstruktion

Für die gewünschte ebene Untersicht, welche eine sichtbare Tramdecke ausschießt, wurde eine Hohlkastendachkonstruktion mit Zwillingsträgern gewählt.

4 Dach		Wärmeübergangswiderstand [m²K/W]		innen R <sub>si</sub> : 0,10		außen R <sub>se</sub> : 0,04	
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	Dicke [mm]
1. Gipskartonplatte	0,200					13	
2. mineralwolle zw. Latt	0,040	Latten	0,130			40	
3. OSB-Platte	0,130					16	
4. Zellulosefaser zw. T	0,040	Latten	0,130			440	
5. AGEPAN DWD-Platte	0,080					15	
6.							
7.							
8.							
		Flächenanteil Teilfläche 2	9,0%	Flächenanteil Teilfläche 3		Summe	52,4 cm

U-Wert: 0,095 W/(m²K)

### Hohlkastendachkonstruktion mit Zwillingsträgern

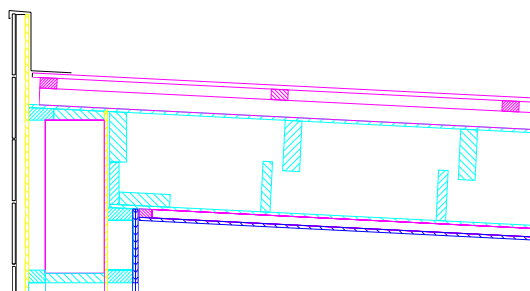
Durch die Teilung und Distanzierung der tragenden Querrippen und der Ausblasdämmung, welche die so entstandenen Zwischenräume dämmt, gibt es beim Sekundärtragsystem keine Wärmebrücken.

#### Legende Dachkonstruktion:



- Gleitbügeldach
- Lattung 8/5cm
- Konterlattung 5/8cm
- Formline dhf 15mm

- Tragsystem: 44cm
- Hauptträger an Elementstößen als Zwillingsträger über ges. Elementhöhe durchgehend
- Querrippen zwischen Hauptträgern obere und untere Lage geteilt (Zwischenraum mit Zellulosedämmung gefüllt)



- OSB 15mm
- Dampfsperre
- Lattung 4cm
- dazw. Steinwollgedämmung 4cm
- Gipskarton 15mm

## Montageablauf der Dachelemente in Holzriegelfertigung:



Im Morgengrauen des dritten Montagetages setzte sich zunächst wieder der Sondertransport von Schwanenstadt nach pettenbach in Bewegung. Diesmal galt es jedoch die fünf Meter breiten, und bis zu 15 Metern langen Dachelemente in Begleitung von sechs Begleitfahrzeugen sicher durch die engen Straßen zu manövrieren.

Bis zum Nachmittag waren die vier Dachelemente fertig versetzt, mit der Dämmung ausgeblasen und wetterfest fertig gestellt. So hatte die gesamte Anlieferung und Montage der ebenerdig vorgehängten Thermohülle und der Aufstockung des Obergeschosses lediglich zweieinhalb Tage gedauert!

Wenige Tage später war auch das Gleitbügeldach montiert.

Die Montage der hinterlüfteten Metall Lamellenfassade verzögerte sich jedoch um zwei Wochen durch den unmittelbar einsetzenden Wintereinbruch.



Anbringen der Lippendichtungen auf den Dachauflagern







Die 132 m<sup>2</sup> große Pultdachkonstruktion ist aus lediglich 4 Einzelementen gefertigt.



Luftdichter Anschluß der Elementstöße



Einblasen der Zellulosedämmung



## 4.7 Sanierungslösungen der Bodenkonstruktionen

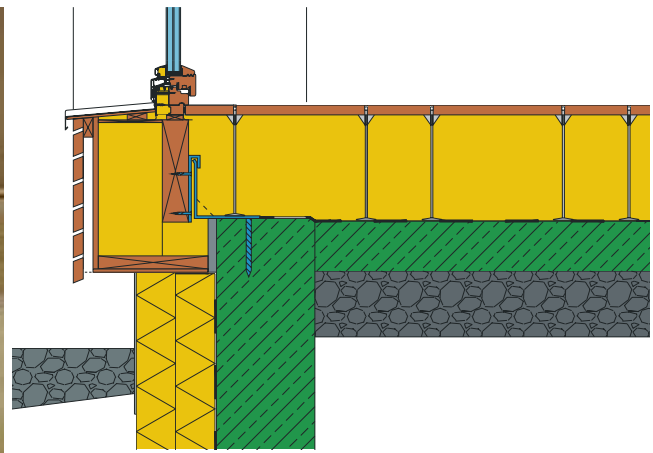
### 4.7.1.1 Nicht unterkellertes Bodenaufbau mit Zellulosedämmung unter Holzboden

6 Bode -> Erdreich							
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m <sup>2</sup> K/W]		innen R <sub>si</sub>		außen R <sub>se</sub>	
				0,17		0,00	
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	Dicke [mm]
1. Parkett	0,130					16	
2. OSB-Platte	0,130					30	
3. PAE-Folie	0,100					0	
4. Zellulosefaser zw	0,040	Distanzständer	0,290			320	
5. Feuchtigkeitsisoliert	0,080					3	
6. Stahlbeton	2,300					150	
7.							
8.							
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe	
		2,0%				51,9 cm	
				U-Wert:		0,127 W/(m <sup>2</sup> K)	



Auf Grund des sehr schlechten Zustandes der 5 – 8 cm dicken unbewehrten „Bodenplatte“ entschied man sich, im nicht unterkellerten Bauteil diese und das Erdreich abzutragen. Gleichzeitig konnte so problemlos die Erdkollectorleitung, sowie alle Kanalleitungen und die Elektro- und Wassereinspeisung in das Gebäude neu eingeleitet werden.

Gleichzeitig konnte so in diesem Bereich die aufwendige Vakuumdämmung durch eine 32 cm dicke konventionelle Dämmung mit Distanzbodenkonstruktion ersetzt werden. Der neue Aufbau besteht so aus dem 30 cm dicken Frostkoffer, der 20 cm bewehrter Bodenplatte auf den bestehenden Streifenfundamenten, und der Feuchtigkeitsisolierung, auf der dann die hochgedämmte Distanzbodenkonstruktion aufgebaut wurde.

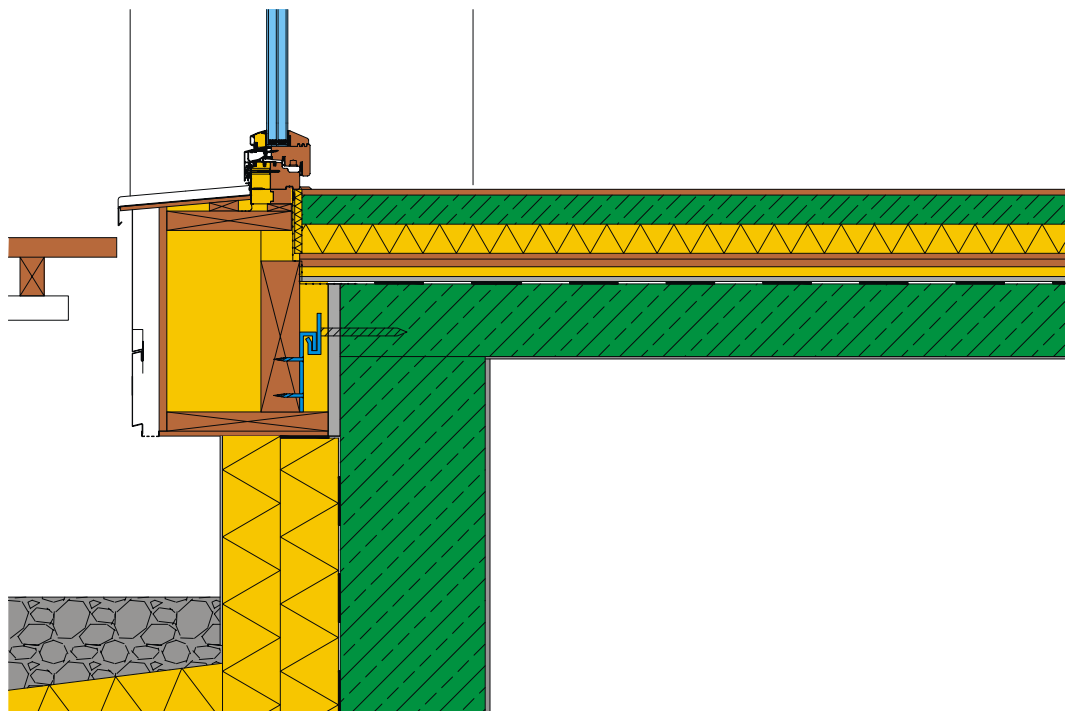


### 4.7.1.2 Kellerdecke mit Vakuumdämmung und Estrich

Im Bereich der Unterkellerung entschied man sich auf Grund der begrenzten Aufbauhöhe von 17 cm für die Anwendung einer Vakuumdämmung, um trotzdem die geforderten Passivhauskriterien mit einem U-Wert von kleiner 0,15 W/m<sup>2</sup>K zu erreichen.

5 Kellerdecke							
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m <sup>2</sup> K/W]		innen R <sub>si</sub> :		0,17	
				außen R <sub>se</sub> :		0,04	
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	
						Dicke [mm]	
1. Industriebarkett	0,290					16	
2. Zementestrich	1,400					50	
3. expandiertes Polystyrol	0,040					60	
4. expandiertes Polystyrol	0,040					20	
5. Vakuumdämmplatte	0,005					20	
6. Schaumfolie	0,055					3	
7. Stahlbeton	2,300					300	
8. Kellerdecken-Dämmplatt	0,051					50	
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe	
						<b>51,9</b>	cm
				U-Wert:		<b>0,134</b>	W/(m <sup>2</sup> K)

### Vertikaldetailschnitt Außenwand – Kellerdecke – Kelleraußenwand



### 4.7.1.3 Vakuumdämmelemente mit Folienkaschierung VIP

VIP - Vakuum Isolations Paneele - sind plattenförmige Dämmungen mit extrem niedriger Wärmeleitfähigkeit. VIP bestehen aus einem plattenförmigen, druckstabilen Kernmaterial (z.B. verpresste Pulver). Die Kerne sind mit einer Hochbarrierefolie unter Anwendung einer speziellen Technik gasdicht verpackt und evakuiert.



Nach dem Glattstrich wurde die Fläche staubfrei gekehrt, und eine 3 mm Schaumfolie ausgelegt, auf welche die Vakuumplatten fugendicht verlegt wurden.



Für die Bestellung der 20 mm dicken VIP-Platten wurde ein exakter Verlegeplan erstellt, nach dem dann auch die Verlegung ohne Toleranz erfolgte.



Die Restfelder wurden mit 20 mm EPS-Platten ausgefüllt. So wurde Kosten sparend mit Standardformaten das Auslangen gefunden.



In der nächsten Lage wurden diese Restfelder mit VIP-Platten stoßversetzt und überlappend überdeckt, und die übrige Fläche mit 20 mm EPS ausgelegt. Dabei war auf die sehr sorgfältige sofortiger Zug um Zug-Verlegung der Schutz- und Decklagen zu achten.



Darüber wurde ganzflächig noch eine 60 mm dicke Schutz- und Dämmlage EPS verlegt.

Während der ganzen Arbeiten war eine ständig begleitende Bauaufsicht unbedingt erforderlich, um den schadensfreien Einbau der Vakuumdämmpaneele sicher zu stellen.

## **Vacupor - von Porextherm Dämmstoffe GmbH**

Vakuum Isolations Paneele sind mikroporösen Hochleistungsdämmstoffen. Die, auf Basis von pyrogener Kieselsäure hergestellten Produkte, werden unter dem Markennamen VACUPOR® vertrieben.

Das Grundgerüst für die hocheffiziente Isolierwirkung bildet eine hochdisperse Kieselsäure. Zwischen den kugelförmigen nanoporösen Primärpartikeln bilden sich nur punktförmige Übergänge. Somit wird Wärmeleitung durch möglichen Festkörperkontakt weitgehend reduziert. Die entstandenen Nanoporen minimieren außerdem die Wärmeübertragung durch Konvektion. Speziell entwickelte Infrarot-Trübungsmittel reduzieren zusätzlich Wärmetransportprozesse durch Absorption und Reflektion der Strahlung.

Vacupor® verbindet die Eigenschaften des mikroporösen Dämmstoffs mit den Vorteilen der Vakuumisolationstechnik. Damit werden extrem niedrige Wärmeleitzahlen von 5 mW/mK erreicht. Vacupor® kann im Temperaturbereich zwischen -50° C und 120° C eingesetzt werden. Das Kernmaterial wird emissionsfrei hergestellt, ist nicht brennbar und enthält in der Regel keine organischen Bestandteile, die bei Erhitzung schädliche Zersetzungsprodukte freisetzen könnten. Vacupor® ist recycelbar und ist nach gewerbehygienischen Gutachten gesundheitlich unbedenklich. Auch die zur mechanischen Verstärkung verwendeten silikatischen Stützfilamente sind gemäß WHO-Definition nicht lungengängig.

### **Besondere Kennzeichen**

Vacupor® NT ist ein mikroporöser thermischer Dämmstoff mit extrem niedrigen Wärmeleitzahlen, d.h. mit sehr gutem Wärmedämmvermögen.

Vacupor® NT besteht aus anorganischen, silikatischen Substanzen. Hauptbestandteil ist hochdisperse Kieselsäure. Die übrigen Bestandteile sind Trübungsmittel zur Minimierung der Infrarotstrahlung.

Vacupor® NT (Plattenkern) ist nicht brennbar und erfüllt die Anforderungen nach IMO FTPC Teil 1 und DIN ISO 4102 Teil 1 A1.

Vacupor® NT ist in einer metallisierten Kunststoffverbundfolie unter Vakuum verschweißt. Durch den sehr geringen Innendruck und den mikroporösen Plattenkern werden die außerordentlich niedrigen Wärmeleitfähigkeitswerte ermöglicht.

Die metallisierte Kunststoffverbundfolie der Vacupor® NT Paneele darf nicht beschädigt werden (z. B. bohren, schneiden, fräsen, nageln), da sonst der Innendruck der Paneele ansteigt und die besonderen Eigenschaften der Platte verloren gehen, insbesondere das sehr gute Wärmedämmvermögen.

## Produktdaten

Eigenschaften (gültig für Standardformat)	Bemerkungen	Nomen	Einheiten	Werte
Farbe	Bedingt durch Folie			Silber
Dichte <sup>1</sup>			kg / m <sup>3</sup>	150-300
Wärmeleitfähigkeit	@ 1 mbar <sup>2</sup> @ Umgebungsdruck	Gemessen bei 22,5 °C (72,5 °F) mittlerer Temperatur	DIN 52612 W / mK W / mK	≤ 0,005 ≤ 0,019
Temperaturbeständigkeit <sup>3</sup>	bedingt durch die Folien- schweißnaht		°C	-50 < T < 120
Maximaler Folienüberstand			mm	100
Innendruck <sup>2</sup>	bei Auslieferung		mbar	≤ 5
Rechnerischer Druckanstieg	bei Normalbedingungen		mbar / a	0,5
Plattenabmessungen	Länge Breite Stärke		mm mm mm	150 - 2200 150 - 1000 10 - 50
Längentoleranzen	0 bis 500 mm 501 bis 1000 mm > 1000 mm		mm mm mm	+ 1,0 / - 2,0 + 1,0 / - 4,0 + 1,0 / - 6,0
Dickentoleranzen	< 20 mm 20 mm bis 30 mm > 30 mm		mm mm mm	± 1,0 + 1,0 / - 2,0 + 1,0 / - 3,0
Temperaturwechselbeständigkeit	Vacupor <sup>®</sup> NT (Plattenkern) ist unempfindlich gegen Wärme- und Kälteschocks.			

<sup>1</sup> Abhängig von der Paneeldicke.

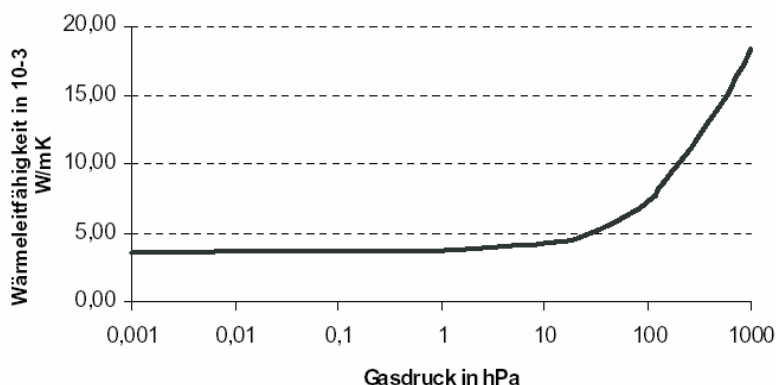
<sup>2</sup> In Abhängigkeit von der Paneelgröße und Paneeldicke kann der Innendruck zwischen 0,5 – 5 mbar betragen. Der Standard- Innendruck in der Evakuierkammer liegt bei < 0,5 mbar.

<sup>3</sup> Grenzwerte ergeben sich durch die verwendete Folie (Siegel-schicht); konstante Belastung: < 80°C (176°F); kurzzeitig mit 120°C (248°F): circa 30 Minuten.

## Lebensdauer und mechanische Resistenz

Die Lebensdauer von Vakuumdämmelementen hängt in erster Linie ab von den Permeationsraten der Elementhülle. Grundsätzlich gilt: Je mehr Gasmoleküle in das Element eindiffundieren können, desto höher steigt der Innendruck und desto schlechter werden die Dämmeigenschaften. Diese – physikalisch mit keinem Material vermeidbare – Permeationsrate lässt sich durch Messungen in einem integralen Heliumlecktest sehr genau bestimmen.

### Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit zum Innendruck ( DIN 52612 )



Quellen: Porextherm Dämmstoffe GmbH, D-87437 Kempten, [www.porextherm.com](http://www.porextherm.com)

#### 4.7.1.4 Problemzone Wärmebrücke des aufgehenden Mauerwerks

Die Bewältigung dieser Schwachstellen in der Altbausanierung stellen sicher eine Schlüsselrolle bei einer erfolgreichen Sanierung auf Passivhausstandard dar, werden in der Regel bei Sanierungen aber fast immer vernachlässigt, „da sie ja scheinbar nicht sichtbar unter der Erde vergraben sind.“ Im Zuge der Projektabwicklung wurden diese Bereiche genau analysiert, und sollen über das eigentliche Demonstrationsprojekt hinausgehend Lösungsansätze zur Bewältigung von Wärmebrücken im Bestand darstellen.

Zur genauen Ermittlung der Energiekennzahl und dem Umstand das bei der Althausanierung Bauteile nicht Wärmebrückenfrei erstellt werden können, wurden für die Sockelbereiche und der tragenden Innenwände die längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (Psi-Werte) ermittelt.

##### Analyse:

Die ausgeführte hochdämmende Sockeldämmung mit Frostschirm kann als wärmebrückenfreies Detail angesehen werden, da ein negativer Psi-Wert vorhanden ist. Als Vergleich dazu wurde die Variante mit 6 cm Perimeterdämmung, wie sie bei Standardbauweisen üblich ist, untersucht. Diese Ausführung ist im Vergleich zur passivhaustauglichen Lösung, abhängig von der Gebäudebreite, um ca. 2 Mal schlechter.

Variante Frostschirm lt. Ausführung			Variante mit nur 6 cm Sockeldämmung			Variante Frostschirm ohne Schirmdämmung		
Psi-Wert Sockelanschluß		%	Psi-Wert Sockelanschluß		%	Psi-Wert Sockelanschluß		%
Q <sub>0</sub>	7,426	W/m	Q <sub>0</sub>	7,426	W/m	Q <sub>0</sub>	7,426	W/m
Q <sub>1</sub>	15,931	W/m	Q <sub>1</sub>	16,467	W/m	Q <sub>1</sub>	16,866	W/m
U <sub>w</sub>	0,114	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub>	0,114	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub>	0,114	W/m <sup>2</sup> K
I <sub>w</sub>	4,946	m	I <sub>w</sub>	4,946	m	I <sub>w</sub>	4,946	m
T <sub>e</sub>	3,000	°C	T <sub>e</sub>	3,000	°C	T <sub>e</sub>	3,000	°C
T <sub>i</sub>	20,000	°C	T <sub>i</sub>	20,000	°C	T <sub>i</sub>	20,000	°C
Ψ <sub>wert</sub> =	-0,064	W/mk	Ψ <sub>wert</sub> =	-0,032	W/mk	Ψ <sub>wert</sub> =	-0,009	W/mk

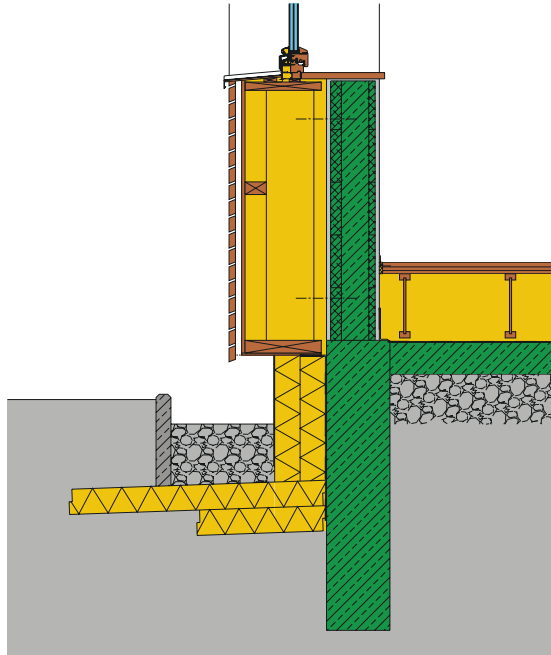
Würde die ausgeführte Sockeldämmung mit Frostschirm nicht erstellt, sondern eine konventionelle 6 cm Perimeterdämmung angebracht, so würden die Passivhauskriterien nicht mehr funktionieren werden.

Der Heizwärmebedarf würde von 14,6 kWh/m<sup>2</sup>a auf 16,1 kWh/m<sup>2</sup>a (+ 9%), die Heizlast von 10,0 W/m<sup>2</sup> auf 10,5 W/m<sup>2</sup> (+ 5 %) steigen.





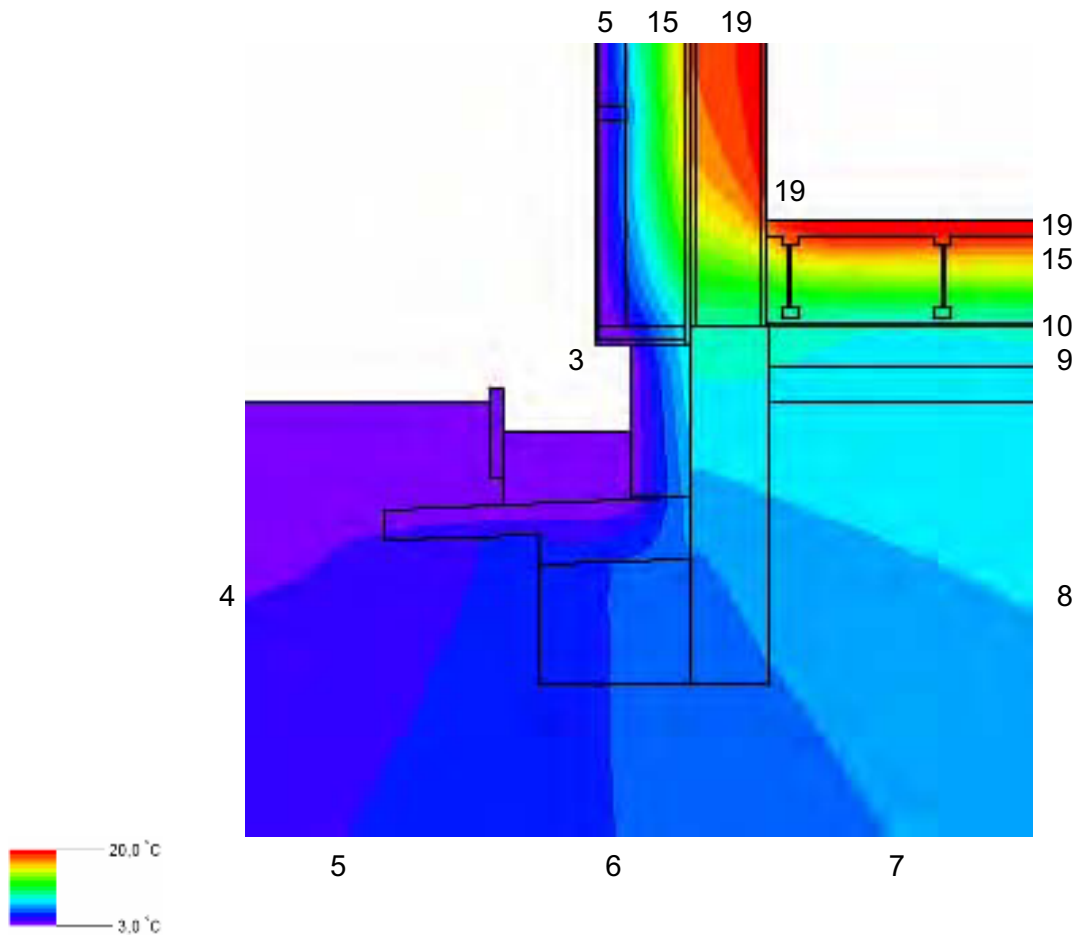
Die Schirmdämmung wurde zweilagig aus je 12 cm extrudierten Polystyrol-Hartschaumplatten CO<sub>2</sub> geschäumt ausgeführt. 1. Lage längs, 2. Lage quer verlegt, mit rund 5% Gefälle. Der Sockel wurde ebenfalls zweilagig aus je 12 cm XPS CO<sub>2</sub> geschäumt ausgeführt.



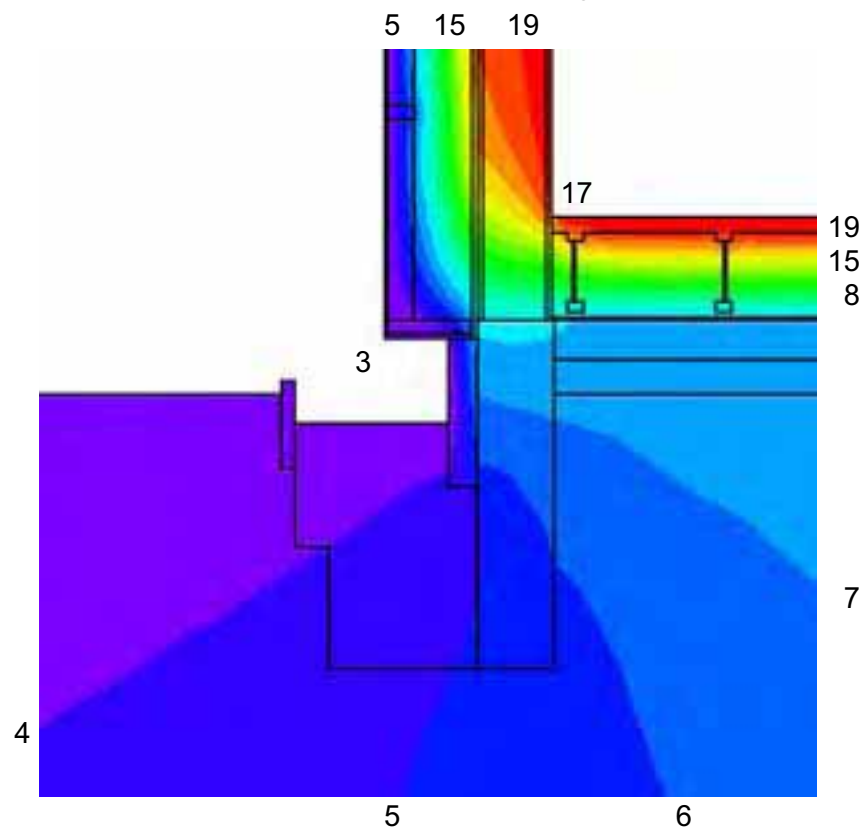
Minimierung der Wärmebrücken im Bereich aufgehendes Mauerwerk durch großflächig 24,0 cm dicken Schirmdämmung im Erdreich auf eine Plattenlänge von 1,2 m.

Die Spalten zwischen Sockeldämmung und der vorgehängten Holzriegelkonstruktion wurden sauberlich ausgeschäumt, um Schwachstellen zu verhindern.





Ausführungsbeispiel: 24cm hochdämmende Sockeldämmung mit horizontalem Frostschirm



Variante: Variante mit nur 6 cm Sockeldämmung und ohne Frostschirm  
 Die tragenden Innenwände, welche auf einem Streifenfundament aufliegen, sind nicht wärmebrückenfrei und entsprechend bei der Berechnung zu berücksichtigen.

Obwohl die Gebäudesockel um ca. 3,5 Mal länger sind als die tragenden Innenwände, wird durch die nicht wärmebrückenfreie Ausführung der tragenden Innenwände, fast die gesamte Einsparung der Sockelausführung aufgehoben (Gewinn Sockeldämmung 1,8 %, Verlust Sockeldämmung 1,2 % der gesamten Wärmeverluste).

Daher wurden alle neu errichteten Innenwände und der Stiegenaufgang im Erdgeschoß auf Thermofüße aus Schaumglas aufgesetzt.



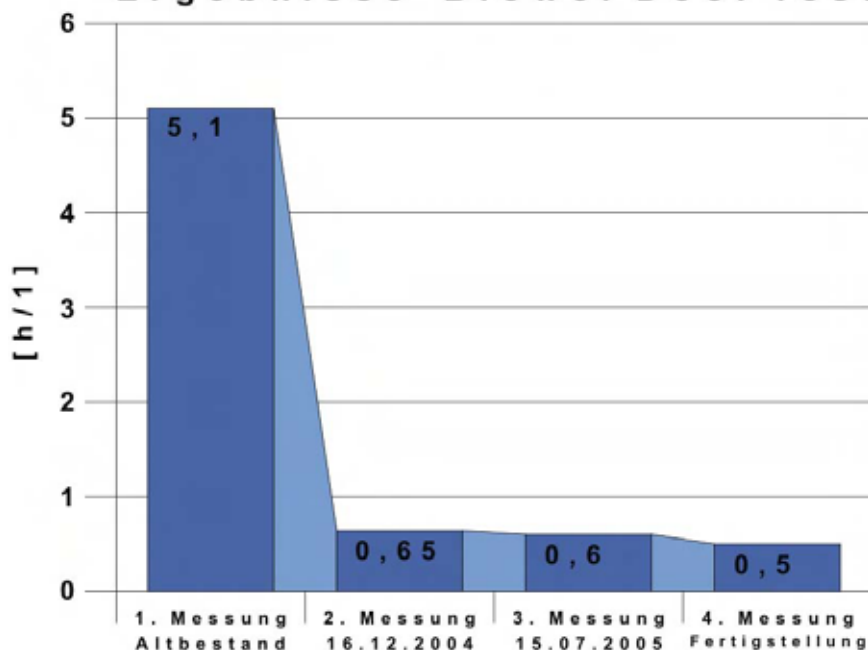
#### 4.7.1.5 Luftdichtheitsmessungen und Thermografie - Leckageortung

Um einerseits den Sanierungserfolg während des Bauablaufs dieses Demonstrationsprojektes zu dokumentieren und andererseits die Qualitätssicherung der einzelnen Gewerke laufend zu überprüfen, wurden insgesamt vier Luftdichtheitsmessungen, davon die erste vor Baubeginn, durchgeführt.



Luftdichter Einbau der Fenster in die Holzriegelkonstruktion der Aufstockung

## Ergebnisse Blower Door Test



Grafik: Messergebnisse der Luftdichtheitsmessungen

### Auszüge aus den Messprotokollen:

#### Leckagenortung vom 16.12.04 – Zusammenfassung Mängelprotokoll

Seite	Aufnahme	Empfehlung	Seite	Aufnahme	Empfehlung
5	Südfassade rechts neben Eingangtür		5	Südfassade vor Wohnzimmer	
6	Südfassade Wohnzimmer		6	Südfassade linke Seite	
7	Südfassade links		7	Westfassade OG links	
8	Westfassade OG rechts		8	Westfassade EG	
9	Westfassade EG rechts		9	Nordfassade westlicher Teil	
10	Nordfassade westlicher Teil		10	Nordfassade kleine Westwand	Mangel beheben bzw. in Berechnung berücksichtigen
11	Nordfassade Abluft		11	Nordfassade, kleine Westwand	Mangel beheben bzw. in Berechnung berücksichtigen
12	Nordfassade links	Mangel beheben	12	Fassade Ost	Berechnung berücksichtigen
13	Ostseite EG		13	Südseite, OG rechts	
14	Südseite, EG rechts		14	Südseite, Hauseingang	
15	Südseite, Eingang EG		15	WZ, Ostfenster links	Undichtheit beheben
16	WZ, Ostverglasung	Mit Projektleiter	16	WZ, Ostverglasung - Ausseneck	Undichtheit beheben
17	WZ, Ostverglasung - Ausseneck	Undichtheit beheben	17	WZ, Fixverglasung Süd-Ost-Eck,	Undichtheit beheben
18	WZ, Terrassentür links	Undichtheit beheben	18	WZ, Fensterelement bei	Mit Projektleiter besprechen
19	WZ, Fixverglasung West	Undichtheit beheben	19	Ausseneck links, West	Evtl. beheben

#### Leckagenortung vom 15.07.05 – Zusammenfassung Mängelprotokoll

Seite	Aufnahme	Empfehlung	Seite	Aufnahme	Empfehlung
4	Terrassentür bei Küche, links unten		4	Terrassentür bei Küche rechts	Fenster nachstellen
5	Steckdose Speis und allgemein	Undichtheit beheben	5	Zählerkasten	Gesamte Zuleitungen abdichten
6	Fortluftanschluß an Aussenwand	rundum Abkleben	6	Kondensatablauf bei Lüftungsgert	Undichtheit beheben
7	Zwickelraum unterhalb der Stiege	Undichtheit beheben	7	Kellertür oben	Tür nachstellen
8	Kellertür rechts unten	Tür nachstellen	8	Hauseingangstür links oben	Undichtheit beheben
9	Haustür unten	Tür nachstellen	9	Fenster Ost in Arbeitszimmer	nur zur Dokumentation
10	Terrassentür Kinderzimmer Süd-West	Undichtheit beheben	10	-	-

#### Leckagenortung vom 11.10.05 – Zusammenfassung Mängelprotokoll

Seite	Aufnahme	Empfehlung	Seite	Aufnahme	Empfehlung
4	KIZI - SW; rechte Tür	Mangel wurde behoben	4	-	-
5	WZ - Fußbodenanschluß an Südseite		5	WZ - Südseite Terrassentür	Mangel wurde behoben
6	WZ - Ostseite Terrassentür	Mangel wurde behoben	6	Haustür	Mangel wurde behoben
7	Haustür	Mangel wurde behoben	7	Kellertür	Mangel wurde behoben



Erst die gleichzeitige Thermografieaufnahme mit der Luftdichtheitsmessung macht alle Schwachstellen sichtbar, und ist Grundlage für eine ordentliche Dokumentation.

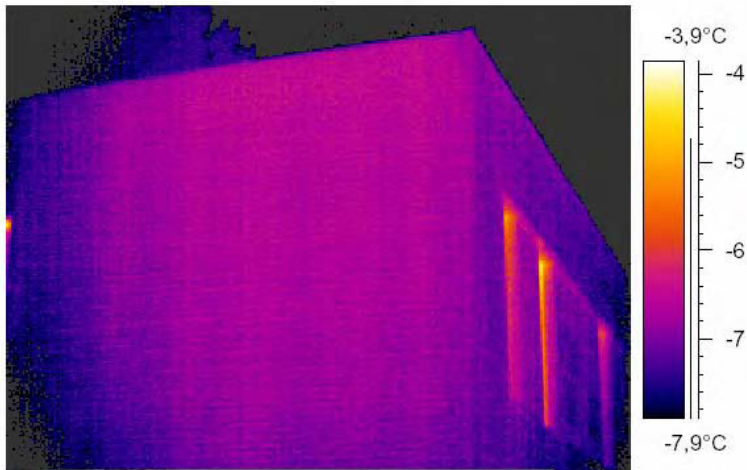


Meßsystem für  
Thermografie - Leckageortung:

Flir ThermoCAM PM 695  
Serial Nr. 15120160  
Linse: FOV 24  
Filter: AP 1  
Meßbereich: - 40°C bis + 1500°C  
Empfindlichkeit: < 0,08 K  
Toleranz: +- 2%; +- 2°C  
Kalibrierung v. 7.10.2004:  
Absolut + 0,1 K bei 50°C

## Auszüge des Thermografiemessprotokolls:

Aufnahme: **Westfassade OG rechts**



### Kommentar

keine Auffälligkeiten erkennbar

### Empfehlung

Aufnahme **Nordfassade kleine Westwand**



IR-Daten	Wert
Erstellungsdatum	16.12.2004
Dateiname	E1216-23.img



### Kommentar

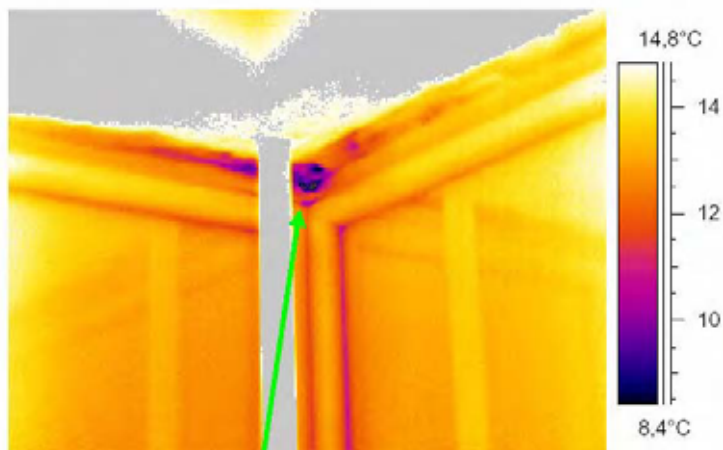
Wärmebrücke um Sockelbereich durch verringerte Dämmstärke aufgrund des Altbestandes und fehlender Anschluß der Sockeldämmung

### Empfehlung

Mangel beheben bzw. in Berechnung berücksichtigen

10

**Aufnahme: WZ, Ostverglasung - Ausseneck**



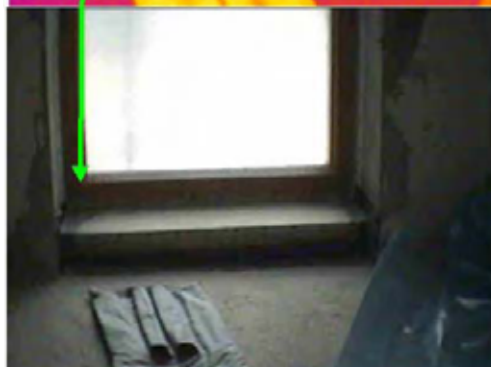
**Kommentar**

Windundichtheit bei Fensteranschluß

**Empfehlung**

Undichtheit beheben

**Aufnahme Büro EG**



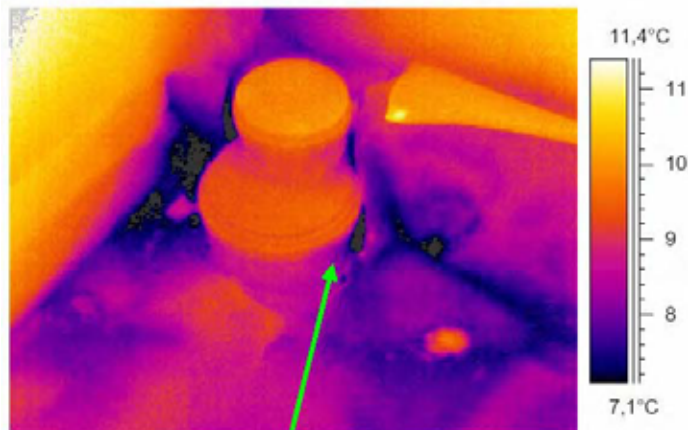
**Kommentar**

Windundichtheit bei Fensteranschluß links unten

**Empfehlung**

Undichtheit beheben

**Aufnahme Kanalanschluß WC-EG**



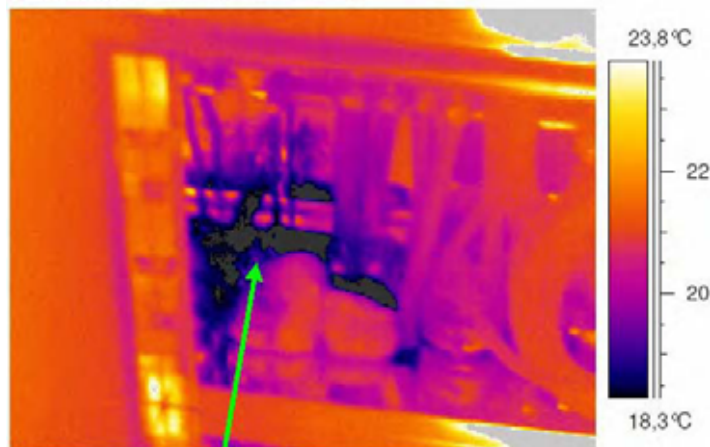
**Kommentar**

Windundichtheit  
Ebenso der Anschluß des Erdkolektors

**Empfehlung**

Undichtheit beheben

**Aufnahme Zählerkasten**



**Kommentar**

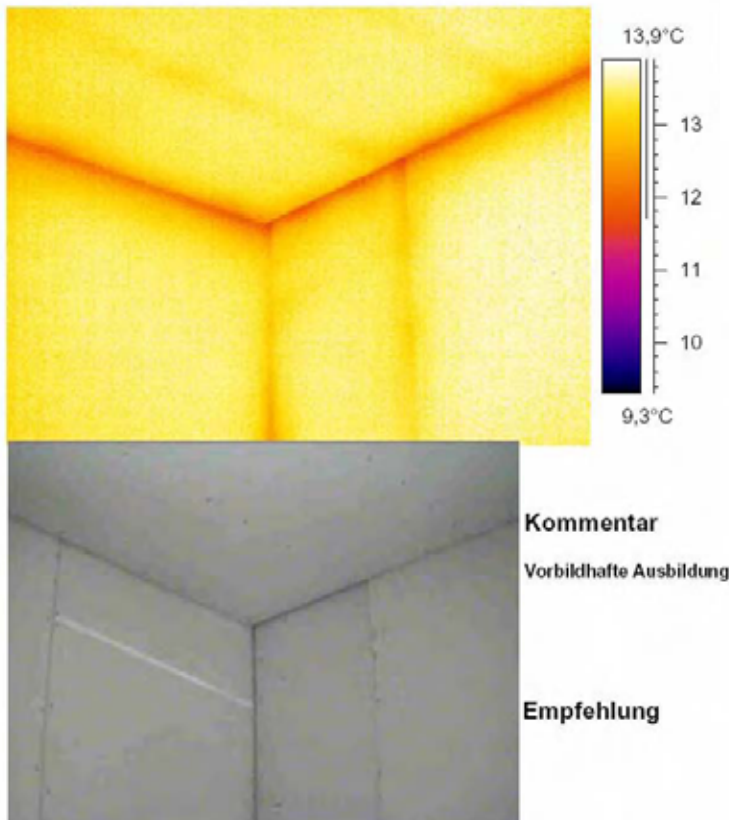
Windundichtheit im Bereich Erdung.

**Empfehlung**

Gesamte Zuleitungen abdichten



**Aufnahme: Holzbau anschluß Süd/Ost bei Gebäudevorsprung**



**4.7.1.6 Kellerabgang – Thermische luftdichte Trennung**

Besonderes Augenmerk sind Kellerabgänge zu widmen, wenn der Keller außerhalb der thermischen Hülle liegt.

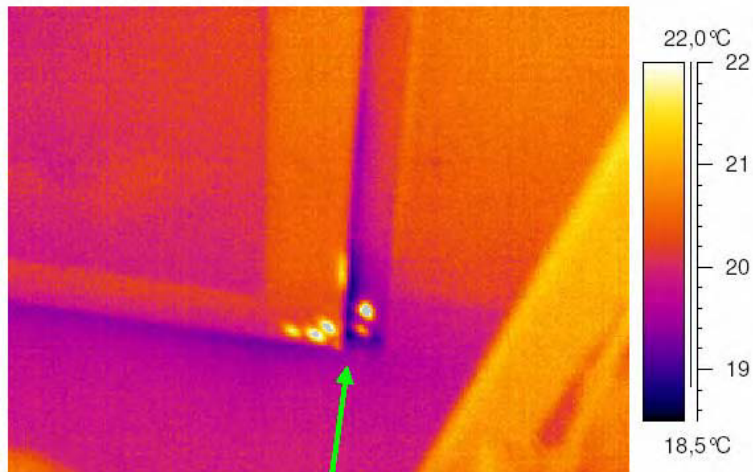


Die alte Brüstungsmauer und der Verbundestrich wurde zu diesem Zweck zunächst einmal bis auf die Rohdecke abgetragen.

Der Stiegenabgang wurde mit einer 25 cm dick gedämmten Holzriegelwand abgeschottet. Dabei war besonders auch auf den luftdichten Einbau und Anschluss der Dampfbremse auf der warmen Bauteilseite zu achten.

Als Kellertüre wurde als Kompromiss eine Niedrigenergetüre mit U-Wert 1,2 W/m<sup>2</sup>K in die Riegelwand eingebaut.

## Aufnahme Kellertür



### Kommentar

Windundichtheit rechts unten

### Empfehlung

Mangel wurde behoben



Das linke Bild zeigt die Türe vom Kellerabgang aus, und den Fußbodenaufbau mit der Vakuumdämmung im Sockelbereich. Der Bodenbelag fehlt hier noch.

Das rechte Bild zeigt im Kellerabgang die nachträglich mit EPS gedämmte und verputzte Zwischenwand zum Büro hin. Ebenso wurde die Decke zum Obergeschoss im Kellerabgang um 35 cm abgehängt und voll gedämmt.

## 4.8 Ökologisches Bauteilprofil

Durch die Sanierung wird alte Substanz erhalten und neue Baustoffe ressourcenschonend zum Einsatz gebracht. Neue Fundamente fallen nur im ganz geringen Maße an, bzw. wird durch die Zusammenlegung von Terrasse und Senkgrube eine eigene Fundierung und Bodenplatte für die Terrasse eingespart.

Anstatt der ursprünglich geplanten konventionellen Sanierung mit einem Wärmedämmverbundsystem mit EPS wurde die thermische Gebäudehülle in Leichtbauweise aus Holztragkonstruktion mit Einblaszellulose ausgeführt, womit eine leichte Trennbarkeit und Recyclierbarkeit bzw. Weiternutzung nach der Nutzungsdauer sichergestellt ist. Dies umfasst sowohl die Außenwände, Dachkonstruktion, Zwischenwände, als auch den Bodenaufbau in den Wohn- und Schlafbereichen.

Die Fenster wurden als Holz-Alu Fenster, die Türen aus Holz ausgeführt.

Die Fußbodenoberflächen wurden bis auf die Nassräume mit Holzböden ausgeführt.

Als einer der seinerzeitiger Initiatoren des Österreichweiten HFCKW- und HFKW-Ausstieges bei allen Baustoffen, durften selbstverständlich nur HFCKW- und HFKW- freie Produkte auf der Baustelle und in den Produkten verarbeitet werden. Für alle relevanten Produkte mussten die ausführenden Firmen die F-Gas Freiheit dieser Produkte nachweisen.

### **Ökobilanz:**

Durch die innovative nachhaltige Sanierung mit größtmöglichem Einsatz nachwachsender Rohstoffe wird, trotz einer Verdoppelung des Baukonstruktionsvolumens durch den Passivhausstandard gegenüber einer konventionellen energetischen Sanierung mit konventionellen Baustoffen ca. 80% weniger an nicht nachwachsenden Rohstoffen verbraucht. Ebenso positiv stellt sich die Ökobilanz der durch die Herstellung verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen dar.

Im Planungsprozess wurde die thermische Sanierung der Außenwand einer detaillierten ökologischen Betrachtung unterzogen. Dabei sollte vorab untersucht werden, ob die geplante alternative Sanierungsvariante auf Passivhausstandard aus ökologischer Sicht im Herstellungs- und Errichtungsprozess auf Grund der doch erheblich größeren Volumina aus ökologischer Sicht gegenüber dem ursprünglichen Sanierungskonzept zu rechtfertigen ist.

Für die Abschätzung der ökologischen Lebenszyklusanalysen der einzelnen Bauteile und –konstruktionsaufbauten wurden sowohl der „Baubiologische Bauteilkatalog“ vom IBO als auch die SIA Studie D 0123 für Hochbaukonstruktionen herangezogen, beziehungsweise die eigenen detaillierten Berechnungserfahrungen von den Projekten „Passivhausscheibe Salzkammergut“ 1998 und der Bauteilanalyse beim Projekt „Erste Passivhaus Schulsanierung“ in Anlehnung herangezogen.

## 4.8.1 Thermische Sanierungsvarianten der EG Außenwand

### 4.8.1.1 Ursprüngliche Sanierungsvariante mit WDVS

Konventionelle Sanierung Wärmedämmverbundsystem mit EPS U-Wert i.M. 0,22 W/m <sup>2</sup> K Abgewickelte Elementfläche 160 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> - Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten Gesamtdicke	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
Sanierungsbauteil 20,5cm	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
Silikatputz zum Ausgleich d. Bestand	1,0	18,0	27,0	27,0	3,4	3,4	13,0	13,0
Kunsthazkleber	0,5	2,5	4,0	10,0	0,4	1,0	1,6	4,0
Polystyrol Fassaden- dämmplatten EPS-F	18,0	3,3	94,0	310,2	2,3	7,6	19,7	65,01
Dübel Stahl niedriglegiert		0,4	43,2	17,3	3,0	1,2	13,3	5,3
Silikatputz mit Kunsthazzusatz	1,0	18,0	27,0	27,0	3,4	3,4	13,0	13,0
Glasfaserarmierung		0,2	22	4,4	1,2	0,2	5,0	1,0
Summe / m <sup>2</sup>				395,9		16,8		101,3
<b>Summe für 160m<sup>2</sup> Fassadenfläche EG</b>				<b>63.344</b>		<b>2.688</b>		<b>16.208</b>

Tabelle Ökolog. Bauteilprofil: Ursprüngliches Sanierungskonzept Fassadendämmung

### 4.8.1.2 Sanierung in Passivhausstandard mit Holzkonstruktion

Holztragkonstruktion mit Zellulose in Passivhausstandard U-Wert i.M. 0,11 W/m <sup>2</sup> K Elementfläche 162 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> - Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten Gesamtdicke	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
Sanierungsbauteil 43,0cm	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
Stahlanker + Dübel		0,5	43	21,5	3,0	1,5	14	7,0
Einhängstahlteile		1,1	60	66,0	4,1	4,5	21	23,1
Holztragkonstruktion 6% Holzanteil		12,9 i.M./m <sup>2</sup>	4,7	60,6	-1,55	-20,0	2,2	28,4
Zellulosedämmung geblasen	36cm	21,6 i.M./m <sup>2</sup>	4,2	90,7	0,2	4,3	2,5	54,0
MDF-Platte	1,6	11,0	5,5	60,5	-1,3	-14,3	3,0	33,0
Fassadenschalung Lärche unbehandelt	3,0	19,8	3,6	71,3	-1,55	-30,7	1,95	38,6
Summe / m <sup>2</sup>				370,6		-54,7		184,1
<b>Summe für 162m<sup>2</sup> Fassadenfläche EG</b>				<b>60.037</b>		<b>-8.861</b>		<b>29.824</b>

Tabelle ökologisches Bauteilprofil: Sanierungskonzept auf Passivhausstandard mit Fassadendämmung in vorgefertigter Holzrahmenbauweise

Quelle für die Bewertung durch Baustoffe: Ökologischer Bauteilkatalog/IBO, Donau Uni Krems

## 4.8.2 Aufstockungsvarianten OG Außenwand

#### 4.8.2.1 Konventionell gemauert mit WDVS

Aufstockung konventionell gemauert, Wärmedämmverbundsystem mit EPS U-Wert i.M. 0,24 W/m <sup>2</sup> K Abgewinkelte Elementfläche 194 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> - Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
Gesamtdicke								
Sanierungsbauteil	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
43,0cm								
Kalkputz	1,0	12,0	1,5	18,0	0,2	2,2	0,3	3,0
Leichtmörtel		12,0	2,5	30,0	0,3	3,4	0,9	11,0
Hochlochziegel, porosiert	25,0	187,5	2,6	493,0	0,13	25,2	0,4	71,0
Kunsthartzkleber	0,5	2,5	4,0	10,0	0,4	1,0	1,6	4,0
Polystyrol Fassaden- dämmplatten EPS-F	16,0	2,9	94,0	272,7	2,3	6,7	19,7	57,2
Dübel Stahl niedriglegiert		0,4	43,2	17,3	3,0	1,2	13,3	5,3
Silikatputz mit Kunsthartzzusatz	1,0	18,0	27,0	27,0	3,4	3,4	13,0	13,0
Glasfaserarmierung		0,2	22	4,4	1,2	0,2	5,0	1,0
Summe / m <sup>2</sup>				872,4		43,3		165,5
<b>Summe für 194m<sup>2</sup> Außenwand OG</b>				<b>169.246</b>		<b>8.400</b>		<b>32.107</b>

Tabelle Ökolog. Bauteilprofil: Ursprüngliches Aufstockungskonzept gemauert mit WDVS

#### 4.8.2.2 Holzriegelkonstruktion in Passivhausstandard

Holztragkonstruktion mit Zellulose in Passivhausstandard U-Wert i.M. 0,09 W/m <sup>2</sup> K Elementfläche 194 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> - Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
Gesamtdicke								
Sanierungsbauteil	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
52,0cm								
2 Lagen GKF	2,5	27,0		61,0		2,8		27,0
Mineralwolle	12,0	2,4	23,1	55,4	1,3	3,1	5,1	12,2
Holztragkonstruktion 6% Holzanteil	12,0	5,2 i.M./m <sup>2</sup>	4,7	24,4	-1,55	-8,1	2,2	11,4
OSB-Platte	1,6	10,4	6,5	67,6	-1,3	-13,5	3,2	33,3
Holztragkonstruktion 6% Holzanteil	32,0	10,3 i.M./m <sup>2</sup>	4,7	48,4	-1,55	-15,9	2,2	22,7
Zellulosedämmung geblasen	32,0	21,6 i.M./m <sup>2</sup>	4,2	90,7	0,2	4,3	2,5	54,0
MDF-Platte	1,6	11,0	5,5	60,5	-1,3	-14,3	3,0	33,0
Fassadenschalung Lärche unbehandelt	3,0	19,8	3,6	71,3	-1,55	-30,7	1,95	38,6
Summe / m <sup>2</sup>				479,3		-72,3		232,2
<b>Summe für 194m<sup>2</sup> Außenwand OG</b>				<b>92.984</b>		<b>-14.026</b>		<b>45.047</b>

Tabelle ökologisches Bauteilprofil: Aufstockungskonzept auf Passivhausstandard mit vorgefertigter Holzrahmenbauweise

Quelle für die Bewertung durch Baustoffe: Ökologischer Bauteilkatalog/IBO, Donau Uni Krems

#### 4.8.3 Aufstockungsvarianten OG Dachkonstruktion

#### 4.8.3.1 Konventioneller Pfettendachstuhl gedämmt

Aufstockung Pultdach konventionell mit Pfettendachstuhl U-Wert i.M. 0,16 W/m <sup>2</sup> K Abgewinkelte Elementfläche 136 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> -Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
Gesamtdicke								
Sanierungsbauteil	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
37,0cm								
1 Lage GKF	1,3	13,0	5,1	66,3	0,3	3,9	0,8	10,4
Lattung	3,0	2,0	3,6	7,2	-1,55	-3,1	1,95	3,9
Dampfbremse PE-Folie	0,2	0,2	115	23,0	3,6	0,7	23	4,6
Holztragkonstruktion 9% Holzanteil	30,0	15,5 i.M./m <sup>2</sup>	4,7	72,8	-1,55	-24,0	2,2	34,1
Zellulosedämmung geblasen	30,0	13,5 i.M./m <sup>2</sup>	4,2	56,7	0,2	2,7	2,5	33,8
Unterdachschalung	2,4	11,0	3,6	39,6	-1,55	-17,1	1,95	21,5
Unterspanbahn	0,1	0,1	85,0	8,5	2,1	0,2	16,0	1,6
Summe / m <sup>2</sup>				274,1		-36,7		109,9
<b>Summe für 136m<sup>2</sup> Pultdach</b>				<b>37.278</b>		<b>-4.991</b>		<b>14.946</b>

Tabelle Ökolog. Bauteilprofil: Ursprüngliches Pultdachkonzept der Aufstockung

#### 4.8.3.2 Pultdach in entkoppelter Holzriegelkonstruktion in Passivhausstandard

Pultdach aus Holztragkonstruktion in Passivhausstandard U-Wert i.M. 0,09 W/m <sup>2</sup> K Elementfläche 133 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> -Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
Gesamtdicke								
Sanierungsbauteil	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
52,0cm								
1 Lage GKF	1,3	13,0	5,1	66,3	0,3	3,9	0,8	10,4
Mineralwolle	4,0	0,8	23,1	18,5	1,3	1,0	5,1	4,1
Dampfbremse PE-Folie	0,2	0,2	115	23,0	3,6	0,7	23	4,6
OSB-Platte	1,6	10,4	6,5	67,6	-1,3	-13,5	3,2	33,3
Holztragkonstruktion 6% Holzanteil	44,0	15,5 i.M./m <sup>2</sup>	4,7	72,8	-1,55	-24,0	2,2	34,1
Zellulosedämmung geblasen	44,0	19,8 i.M./m <sup>2</sup>	4,2	83,2	0,2	4,0	2,5	49,5
DWD-Platte	1,6	11,0	5,5	60,5	-1,3	-14,3	3,0	33,0
Summe / m <sup>2</sup>				391,9		-42,2		169,0
<b>Summe für 133m<sup>2</sup> Pultdach</b>				<b>52.123</b>		<b>-5.613</b>		<b>22.477</b>

Tabelle ökologisches Bauteilprofil: Pultdachkonzept auf Passivhausstandard mit vorgefertigter Holzrahmenbauweise

Quelle für die Bewertung durch Baustoffe: Ökologischer Bauteilkatalog/IBO, Donau Uni Krems

#### 4.8.4 Varianten Bodenaufbauten über Erdreich

(Nur Fußboden Aufbau berechnet ab OK Feuchtigkeitsisolierung)

#### 4.8.4.1 Konventionell mit PU-Platten und Estrich

Fußboden konventionell mit PU-Platten und Estrich U-Wert i.M. 0,20 W/m²K Abgewinkelte Elementfläche 97 m²			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> -Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m²	SOx/kg	SOx/m²
Gesamtdicke	cm	kg/m²	MJ/kg	MJ/m²	kg/kg	kg/m²	g/kg	g/m²
Sanierungsbauteil 28,0cm								
Parkett	1,6	10,4	4,7	48,9	-1,6	-16,6	0,2	2,1
Kunstharzkleber	0,1	0,5	4,0	2,0	0,4	0,2	1,6	0,8
Estrich	6,0	120,0	0,8	96,0	0,13	15,6	0,5	60,0
PE-Folie	0,1	0,1	115	11,0	3,6	0,4	23	2,3
PU Hartschaumpl. 2-lagig	13,0	3,9	100	390,0	14,0	54,6	58,0	226,2
Beschüttung Styroporbeton	8,0	36,0	3,4	122,4	0,3	10,8	2,3	82,8
Summe / m²				670,3		65,0		374,2
<b>Summe für 97m² Bodenaufbau</b>				<b>65.019</b>		<b>6.305</b>		<b>36.297</b>

Tabelle Ökolog. Bauteilprofil: Ursprüngliches Fußbodenkonzept mit PU-Platten und Estrich

#### 4.8.4.2 Distanzbodenkonstruktion in Passivhausstandard

Bodenkonstruktion mit Distanzboden in Passivhausstandard U-Wert i.M. 0,12 W/m²K Elementfläche 97 m²			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> -Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
Bauteilschichten	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m²	SOx/kg	SOx/m²
Gesamtdicke	cm	kg/m²	MJ/kg	MJ/m²	kg/kg	kg/m²	g/kg	g/m²
Sanierungsbauteil 35,0cm								
OSB-Platte	3,0	19,5	6,5	126,7	-1,3	-25,3	3,2	62,4
Distanzfüße 8Stk/m²		(8Stk)	7,5	60,0	0,5	4,0	3,1	24,8
Mineralwolle	32,0	6,0	23,1	138,6	1,3	7,8	5,1	30,6
Summe / m²				325,3		-13,5		117,8
<b>Summe für 97m² Bodenaufbau</b>				<b>31.554</b>		<b>1.310</b>		<b>11.427</b>

Tabelle ökologisches Bauteilprofil: Fußbodenkonzept auf Passivhausstandard mit Distanzboden  
Quelle für die Bewertung durch Baustoffe: Ökologischer Bauteilkatalog/IBO, Donau Uni Krems

## 4.8.5 Varianten Fensterflächen

### 4.8.5.1 Konventionell Holz-Alu-Fenster mit Zweischiebenverglasung

Konventionell Holz-Alu-Fenster mit Zweischiebenverglasung U-Wert i.M. 1,35 W/m <sup>2</sup> K Abgewinkelte Fensterfläche 51,3 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> - Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
Holz-Alu-Fenster Lärche, Borsalz, Naturharzlasur Glas 1,1W/m <sup>2</sup> K		44,0		1452		49,8		901
Summe / m <sup>2</sup>				1452		49,8		901
<b>Summe für 51,3 m<sup>2</sup> Fenster</b>				<b>74.488</b>		<b>2.555</b>		<b>46.221</b>

Tabelle Ökolog. Bauteilprofil: Ursprüngliches Fensterkonzept

### 4.8.5.2 Holz-Alu-Fenster mit Dreischiebenverglasung in Passivhausstandard

Passivhaus Holz-Alu-Fenster mit Dreischiebenverglasung U-Wert i.M. 0,77 W/m <sup>2</sup> K Abgewinkelte Fensterfläche 51,3 m <sup>2</sup>			PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> - Äquival.		Versäuerung SOx-Äquivalent	
	Dicke	Masse	PEI/kg	PEI	CO <sub>2</sub> /kg	CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	SOx/kg	SOx/m <sup>2</sup>
	cm	kg/m <sup>2</sup>	MJ/kg	MJ/m <sup>2</sup>	kg/kg	kg/m <sup>2</sup>	g/kg	g/m <sup>2</sup>
Holz-Alu-Fenster Lärche, Borsalz, Naturharzlasur Glas 1,1W/m <sup>2</sup> K		44,0		1452		49,8		901
Zusätzl. Glas + Abstandhalter + Korkdämmung		7,2		138		8,8		27
Summe / m <sup>2</sup>				1590		58,6		928
<b>Summe für 51,3 m<sup>2</sup> Fenster</b>				<b>81.567</b>		<b>3.006</b>		<b>47.606</b>

Tabelle ökologisches Bauteilprofil: Fensterkonzept auf Passivhausstandard

Quelle für die Bewertung durch Baustoffe: Ökologischer Bauteilkatalog/IBO, Donau Uni Krems



## 4.8.6 Zusammenfassung

### 4.8.6.1 Übersicht Ökologisches Gesamtprofil

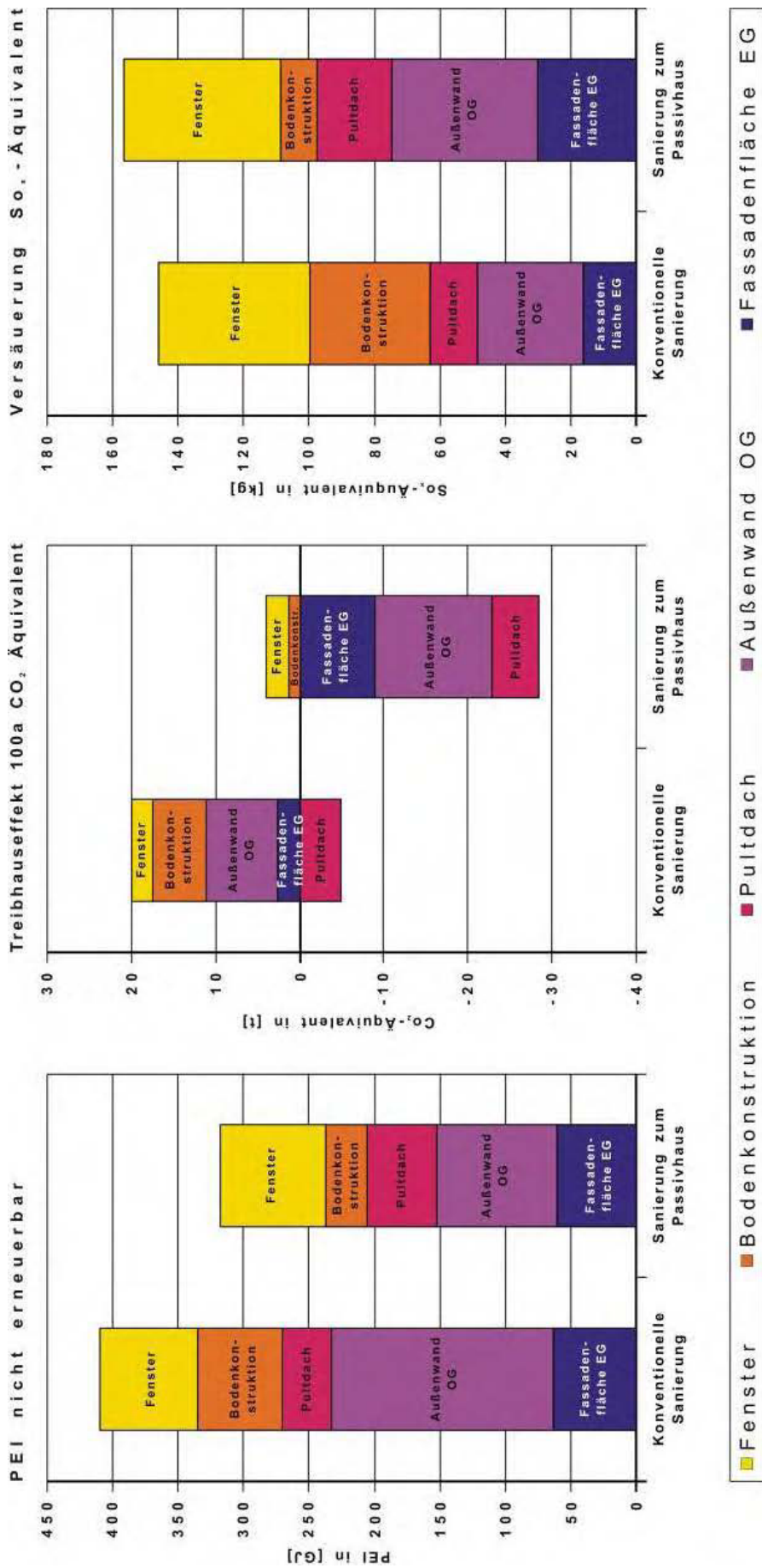
Vergleich Gesamtgebäudebilanz	Variante	PEI Nicht erneuerbar		Treibhauseffekt 100a CO <sub>2</sub> - Äquival.		Versäuerung SO <sub>x</sub> -Äquivalent	
		Konventionell	Passivhaus	Konventionell	Passivhaus	Konventionell	Passivhaus
	Bauteil Flächen	MJ	MJ	CO <sub>2</sub> in kg	CO <sub>2</sub> in kg	SO <sub>x</sub> in g	SO <sub>x</sub> in g
Fassadenfläche EG	160 / 162	63.344	60.037	2.688	-8.861	16.208	29.824
Außenwand OG	194 / 194	169.246	92.984	8.400	-14.026	32.107	45.047
Pulldach	136 / 133	37.278	52.123	-4.991	-5.613	14.926	22.477
Bodenkonstruktion	97 / 97	65.019	31.554	6.305	1.310	36.297	11.427
Fenster	51,3/51,3	74.488	81.567	2.555	3.006	46.221	47.606
<b>Summe / m<sup>2</sup></b>		<b>409.375</b>	<b>318.265</b>	<b>14.957</b>	<b>-24.184</b>	<b>145.759</b>	<b>156.381</b>

Tabelle Ökolog. Bauteilprofil: Vergleich der Gesamtgebäudebilanz

### 4.8.7 Schlussfolgerung der ökologischen Bewertungen

Bei der Gegenüberstellung der beiden Sanierungsvarianten für sämtliche Bauteile der thermischen Gebäudehülle zeigt sich, dass bei Berücksichtigung einer ökologischen Bauteilsanierung mit größtenteils nachwachsenden Rohstoffen, eine Sanierung auf Passivhausstandard – trotz rund doppelten Volumen, eine bessere Ökobilanz schon alleine bei der Herstellung aufweisen kann, als die heute üblichen konventionellen Sanierungsmaßnahmen.

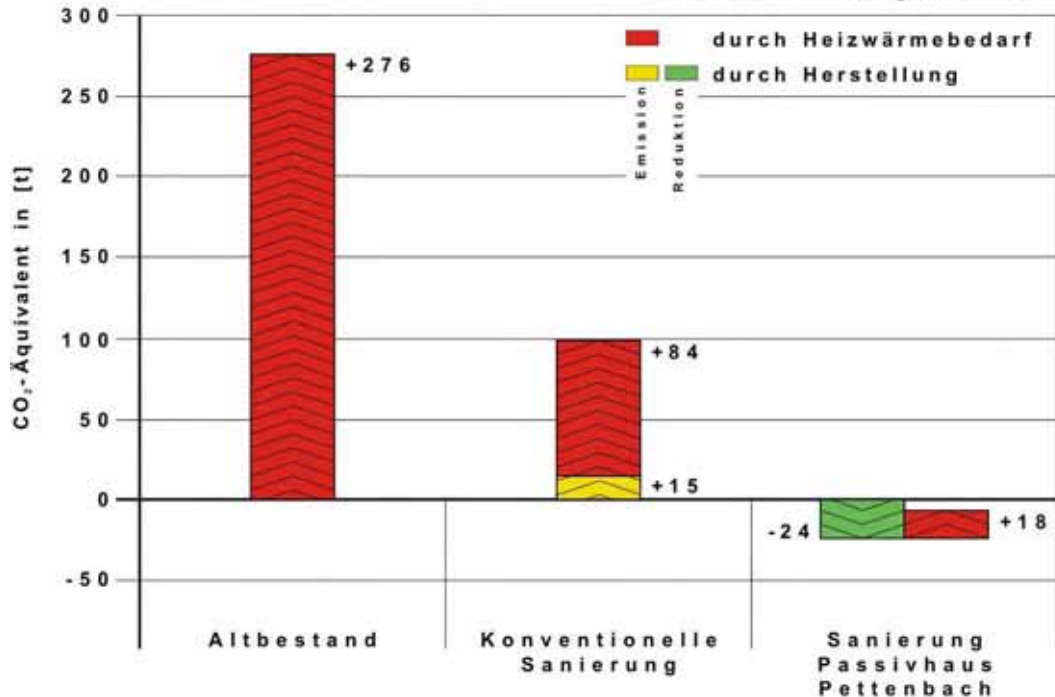
Unter Beiziehung der Beheizung – gerechnet auf 30 Jahre – schneidet die ökologische Passivhaussanierungsvariante ganz erheblich besser ab, und hat sogar geringere Gesamt CO<sub>2</sub> Emissionen von Beginn an als wenn die Bauherren gar nicht in eine Sanierung investiert hätten.



Auswertung der Tabelle 4.8.6.1 Ökolog. Bauteilprofil: Vergleich der Gesamtgebäudebilanz

## Treibhauseffekt 100a CO<sub>2</sub>-Äquivalent

auf 30 Jahre gerechnet

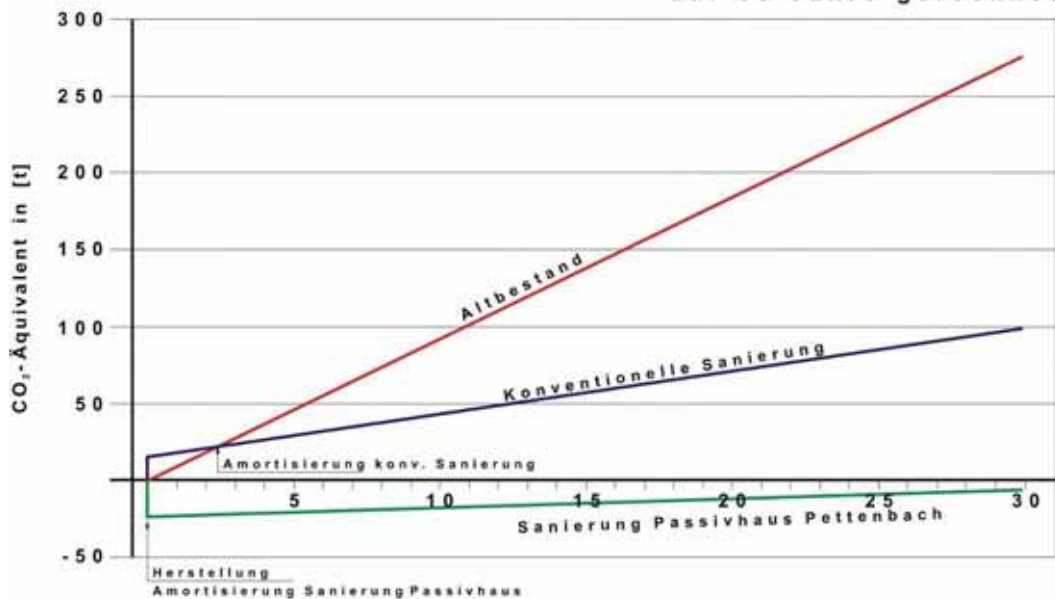


Die beiden Darstellungen über das ökologische Gesamtprofil der Gebäudevarianten über die Größenordnungen der Treibhauspotentiale in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten über 30 Jahre zeigen noch deutlicher die eindeutigen Vorzüge eine ökologischen Sanierung zum Passivhaus, wie beim Demonstrationsprojekt Pettenbach umgesetzt. Mit der Sanierung zum Passivhaus verzeichnet dieses selbst über einen Zeitraum von 30 Jahren in Summe sogar noch eine Einsparung von 6 to CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Ist also vom Beginn der Sanierung mit Abstand die Treibhauseffekt mindernde Variante. Die konventionelle Sanierung verursacht vergleichsweise 105 to, und der weiter unsanierte Altbau gar 282 to mehr an CO<sub>2</sub>-Äquivalent binnen 30 Jahren.

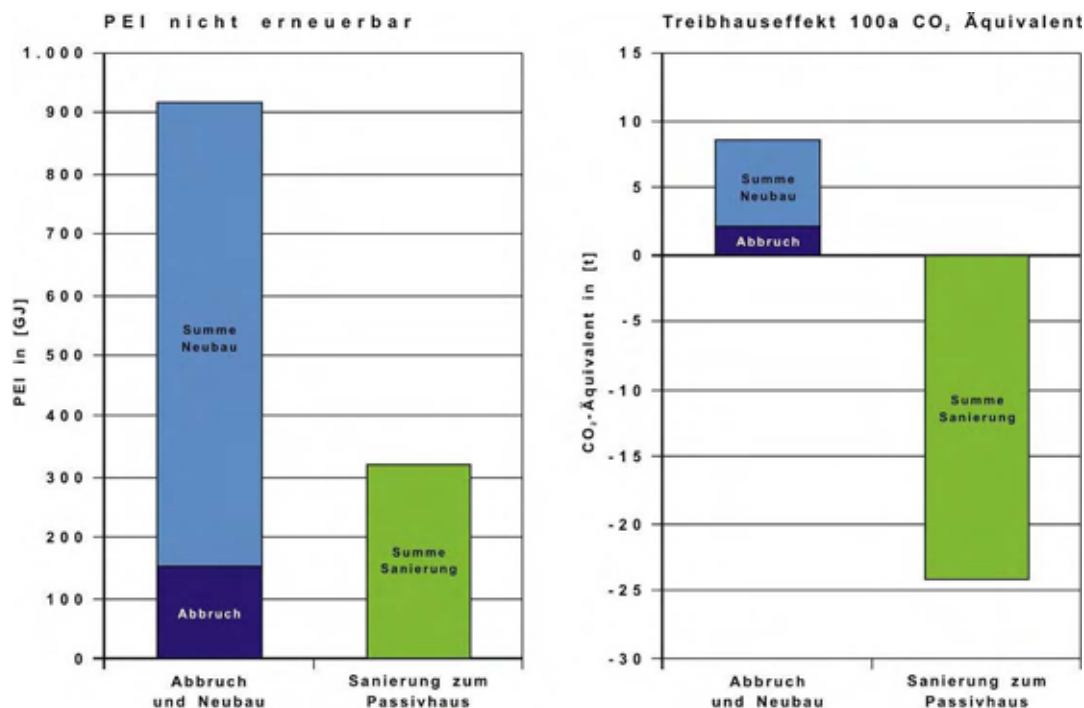
## Treibhauseffekt 100a CO<sub>2</sub>-Äquivalent

Treibhausbelastung durch Herstellung und Beheizung

auf 30 Jahre gerechnet



#### 4.8.7.1 Schlussfolgerung – Sanieren oder neu bauen?



Auch die immer wieder gestellte Frage, ob ein Abbruch und kompletter Neubau nicht sinnvoller wäre, lässt sich bei einem ökologischen Gesamtprofil beider Varianten sehr klar beantworten.

Der Primärenergieinhalt nicht erneuerbar ist bei der Sanierungsvariante um 66% bzw. 600 Gigajoule geringer.

Der Treibhauseffekt wird bei der Sanierungsvariante gar um 28 to CO<sub>2</sub>-Äquivalent reduziert, während bei einem Abbruch und Neubau 8 to CO<sub>2</sub>-Äquivalent durch die Herstellung verursacht.

**Alleine diese Differenz von 36 to CO<sub>2</sub>-Äquivalent entspricht den CO<sub>2</sub>-Emissionen von 57 Jahren.**

#### **Annahmen für die vor stehenden Vergleich:**

- Beide Varianten in gleicher Qualität – also Passivhausstandard
- Totalabbrucharbeiten von bestehenden EG, Teilunterkellerung und Fundamente
- Neuerrichtung von Fundamenten, Fundamentplatte, Teilunterkellerung
- EG in Massivbauweise mit gleicher Thermohülle und OG in Holzbauweise

#### **Hinweis:**

Wäre gegenüber der vorigen Annahme bei einem Totalabbruch und Neubau gleich auch das EG komplett in Holzbauweise errichtet worden, würde die Ökobilanz naturgemäß günstiger als die dargestellte Massivbauvariante ausfallen, allerdings in Summe noch immer eine gravierend schlechtere Ökobilanz als die gewählte Sanierungsvariante aufweisen.

## 5 Haustechnik- und Energieplanung

### 5.1 Gebäudelüftungskonzept

Ausgangsbasis zum Haustechnikkonzept der Wärmeversorgung mittels Kompaktaggregat ist das thermisch optimierte Gebäude, das aufgrund von Gebäudekonstruktion, Wärmedämmung, Verglasungen, Sonnenschutz, Speichermassen, baulichen Tageslichtmaßnahmen etc. nur mehr minimale Energie zum Erreichen eines optimalen Raumklimas benötigt. Die wesentlichen Komponenten des geplanten Gebäudeklimakonzepts ergeben sich wie folgt:

#### Passivhaustaugliche Gebäudehülle:

Maximale Heizlast von 10 W/m<sup>2</sup>K

Im Einfamilienhaussektor ist auf Grund des ungünstigen A/V-Verhältnisses die Erreichung des Kriteriums der Heizlast von maximal 10 W/m<sup>2</sup>K meist nur schwer möglich. Bei diesem Demonstrationsprojekt konnte aber sogar trotz Altbausanierung eine Heizlast von 10 W/m<sup>2</sup>K eingehalten werden!

Thermisch hochwertige Qualität der Gebäudehülle, insbesondere:

- Hohe Dämmstärken Außenwand, Dächer, U – Werte 0.09 bis 0.13 W/m<sup>2</sup>K, Vermeidung bzw. Reduzierung von Wärmebrücken.
- 3 – Scheibenverglasung Weißglas mit hohem g – Wert (Verglasung U = 0.6 bis 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g = 50 bis 55%). Kunststoffabstandhalter, thermisch optimierter Rahmen und Scheibenrandverbund, Fenster inklusive Rahmen und Randverbund gesamt U = 0.8 W/m<sup>2</sup>K.
- Konsequenter in Planung und Realisierung durchgeführtes Luftdichtigkeitskonzept, messtechnische Überprüfung mittels Blowerdoor Test.

Automatische Komfortlüftung mit Kleinstwärmepumpe und Warmwasseraufbereitung mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung. Kompaktgerät „Aerosmart L“ mit höchster Systemeffizienz, Warmwasserspeicher mit 200 L Fassungsvermögen.

Leichte Bedienbarkeit durch kompaktes minimalisiertes Haustechniksystem.

Minimale Restwärmebereitstellung durch Niedertemperatur Heizpaneele sichergestellt, welche gemeinsam mit der Kleinstwärmepumpe über die hauseigene netzgekoppelte Photovoltaikanlage gespeist werden. Je ein elektrischer Handtuchhalter wird in den beiden Badezimmern installiert. Im großen Wohnbereich wird ein Glas Elektropaneel aufgestellt.

Bei sämtlichen Luftventilen ist ein Schalldämpfer vorgesetzt, und das Türelement zum Haustechnikraum für die Lüftung wurde mit erhöhter Schallschutzanforderung ausgeführt.

Durch die zentrale Anordnung des Haustechnikraumes konnte eine sehr kurze Leitungsführung realisiert werden; Kaltluftleitungen im warmen Bereich mit 5 bzw. 10cm Dämmung. Alle Warmwasserleitungen mit Rohrschalen gedämmt.

Für die Komfortlüftung wird das mit der höchsten Systemeffizienz erhältliche Kompaktgerät –der „Aerosmart L“ zum Einsatz kommen.

### Bedarfsprognose

Wohnnutzfläche:	217 m <sup>2</sup>
Energiekennzahl:	14,8 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Jahresbedarf Raumwärme:</b>	<b>3211,6 kWh</b>

max. Heizlast:	2625,7 W
Abdeckung durch Lüftung:	1294 W

nur bei NEH 6 / 7: XL oder XXL?	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

Personenanzahl:	4
Bedarf pro Person (45°C):	40 Liter/Tag
Jahresbedarf:	2371 kWh
Bereitschaftsverluste (konstant):	450 kWh
<b>Jahresbedarf Warmwasser:</b>	<b>2821 kWh</b>

### gewähltes System:

PH 2 + elektrische Nacherwärmung im Raum

Zuluft, bzw. WP (XL) deckt max. Heizlast zu:	49 %		
Anteil für die Zusatzheizung <b>Raumwärme:</b>	23,1%	741 kWh	741 kWh
Grundlastabdeckung:	76,9%	2471 kWh	772 kWh
bei Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von:		3,2	
Zusatzwärme für Bad, etc. (ca. 200 kWh/Raum)			<input type="checkbox"/> 400 kWh
Außenluftvorwärmung (für Anlagen ohne EWT "1" eingeben)	<input type="checkbox"/> 0		0 kWh
Stromverbrauch Ventilatoren (5000 Std./a):			360 kWh
<b>Gesamter Energiebedarf Raumwärme pro Jahr:</b>			<b>2273 kWh</b>
Anzahl Tage an denen die Zusatzheizung benötigt wird:		81 bis	111 d

<b>WW mit aerosmart</b>			
Wärmepumpe, bzw. Pelletsfeuerung liefert (%):	100,0%	2821 kWh	882 kWh
bei Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von:		3,2	
Regel- u. Pumpenstrom bei Solarem Deckungsgrad (%):	<input type="checkbox"/> 0%	0 kWh	0 kWh
<b>Gesamter Stromverbrauch Warmwasser pro Jahr:</b>			<b>882 kWh</b>

### Verbrauchsprognose in kWh/a:

elektrischer Strom	<input type="checkbox"/> 3155	14,5 kWh/m <sup>2</sup> a
--------------------	-------------------------------	---------------------------

## 5.2 Luftleitungsplanung

### 5.2.1 Nutzung des Erdreiches für Vorwärmung/Kühlung:

Die Frischluft Vorerwärmung erfolgt über ein 28 lfm langes Erdkolektorrohr aus PE mit Durchmesser 20 cm. Das Rohrsystem wurde mit 2 - 3% Gefälle mit Tiefpunkt neben der Luftansaugung verlegt, damit das sommerliche Kondensat über den Siphonablauf im Putzschacht sicher permanent ablaufen kann. So ist eine dauerhafte hygienische Reinheit sichergestellt.

#### Pilotprojekt Senkgruben Abwärmenutzung für Erdwärmetauscher

Außerdem wurde das Erdkolektorrohr für die Frischluft Vorerwärmung direkt an die Seitenwand der Senkgrube außenseitig entlang angelegt, und somit die Temperaturdifferenz zwischen Erdreich- und Senkgrubentemperatur für eine zusätzliche Vorwärmung der Frischluft ohne Mehraufwand zu nutzen. Nebenbei ist keine separate Künette erforderlich.



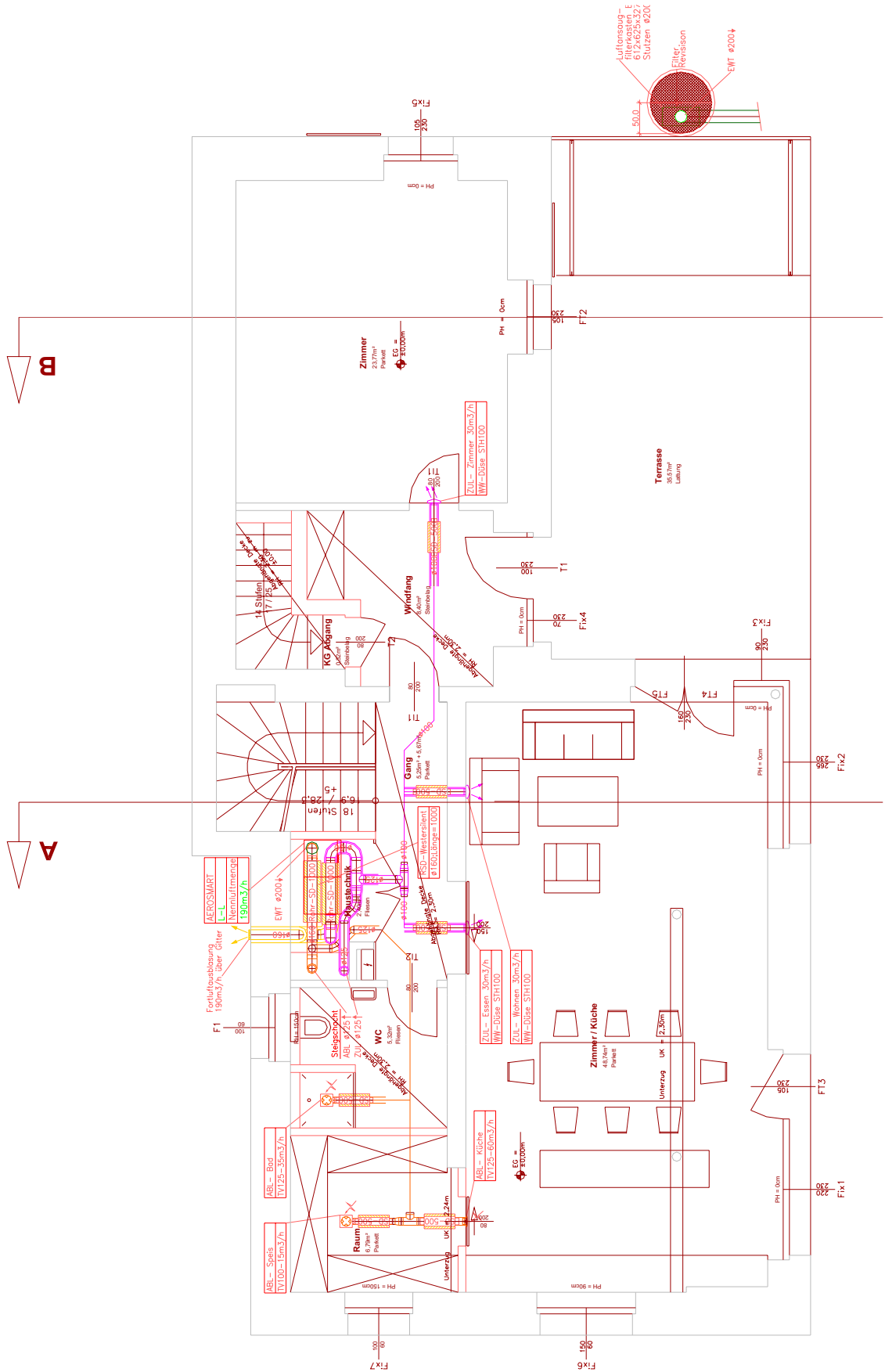
Da kein Kanalanschluss existiert, und die alte Senkgrube nicht mehr funktionstüchtig war, musste eine neue errichtet werden. Diese wurde direkt neben dem Haus unter der Terrasse errichtet, wodurch die gegenüber dem Erdreich höhere Temperatur an die angrenzende kalte Kellerwand zur Reduzierung der Wärmebrücke beim aufgehenden Mauerwerk beiträgt.



Die Einleitung des Erdkolektors in das bestehende Gebäude erfolgte gleichzeitig mit dem Absenken des Bodenniveaus.

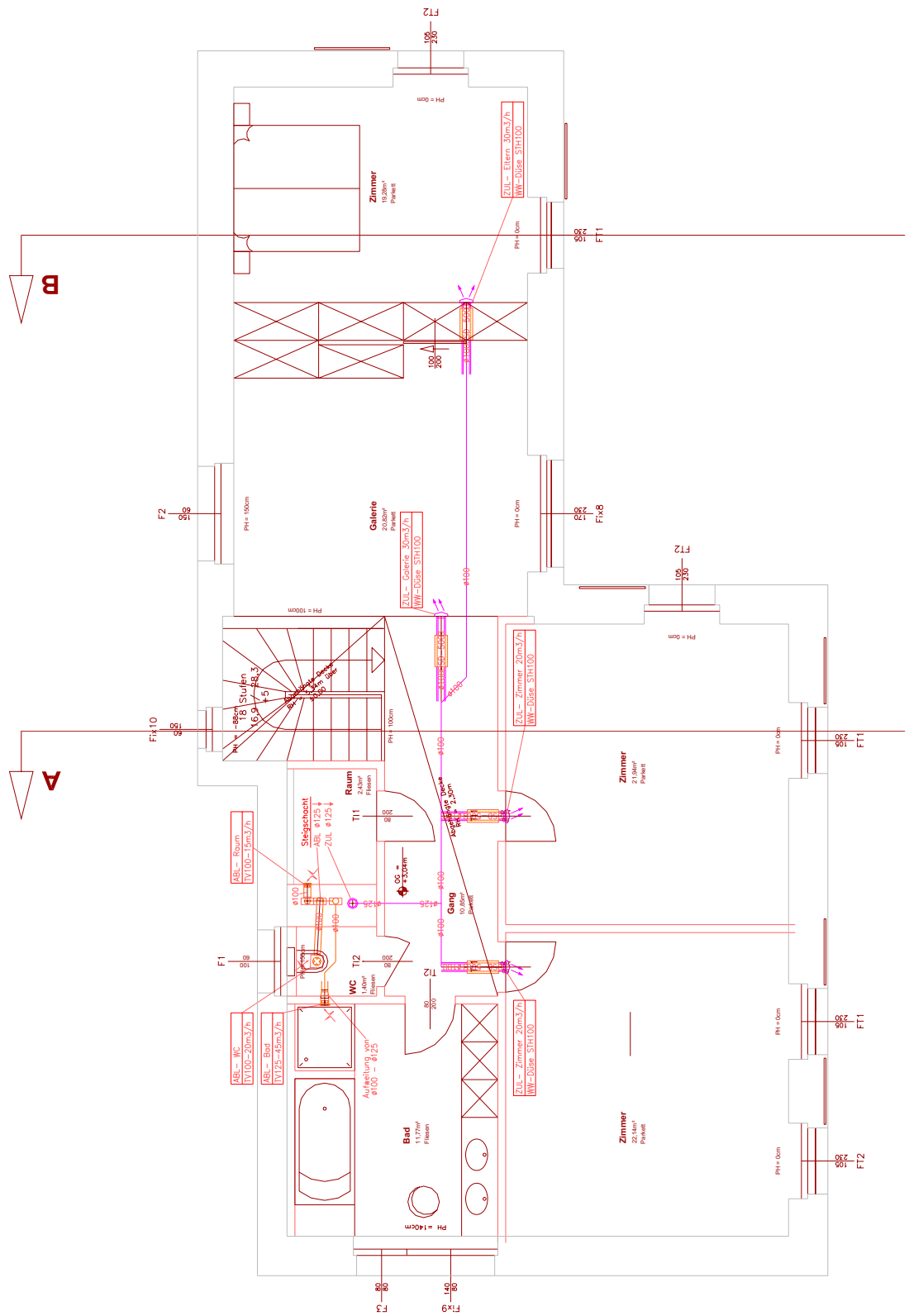


## 5.2.2 Lüftungsleitungsführung im Gebäudebestand

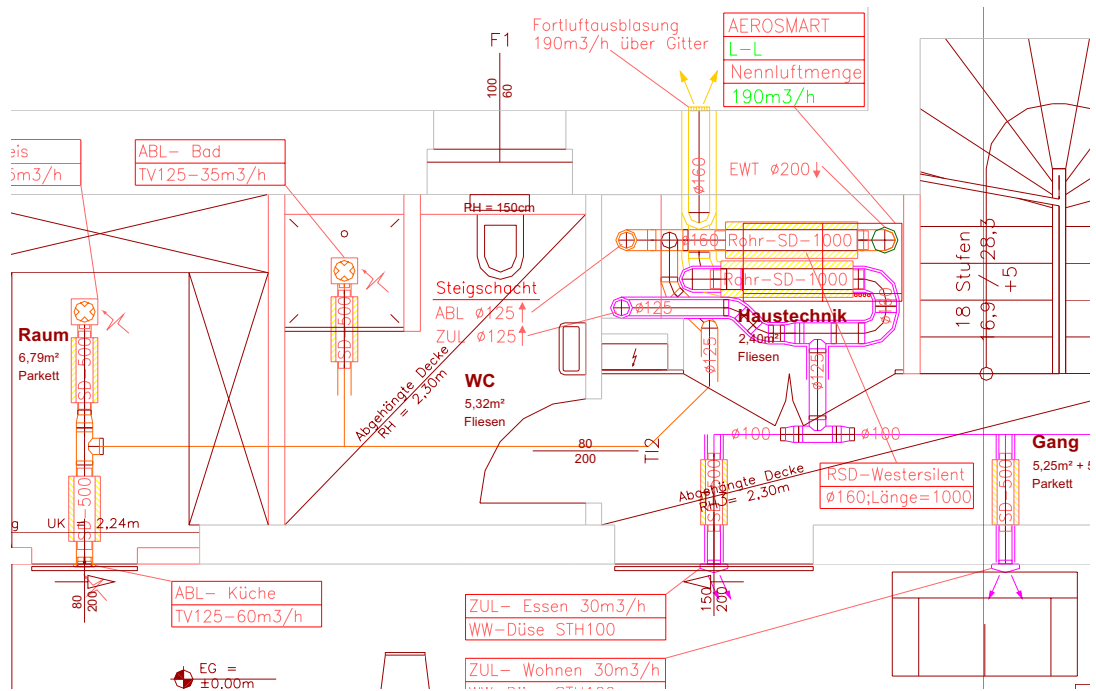


Lüftungskonzept Erdgeschoß





Lüftungskonzept Obergeschoß



Ausschnitt aus der detaillierten Lüftungsleitungsführung



Die Leitungsführungen von Zu- und Abluft wurden fast alle in der abgehängten Decke im Gang und Nebenräume untergebracht. Erforderliche Abhänghöhe 20 cm.



Der serienmäßige Luftansaugkasten wurde in 1,3 Meter Höhe installiert, und ist mit Taschenfiltern der Güteklasse G 7 ausgestattet.

### 5.2.3

## 5.2.4 Technische Beschreibung Komfortlüftungsaggregat

Der große Vorzug des Kompaktaggregates ist u.a. der minimale Platzbedarf. Auf knapp zwei Quadratmetern kann die gesamte „Haustechnikzentrale“ kompakt untergebracht werden.



### Gehäuse und lufttechnische Komponenten

Das Grundgehäuse des Wärmepumpen-Speicher-Moduls besteht aus doppelschaligen, faserfrei mit Weichschaum gedämmten, Stahlblechplatten. Das Gehäuse des Warmwasserspeichers ist einschalig.

Die Lüftungsmodule der aerosmart-Familie sind mit volumenstromkonstanten Radialventilatoren mit höchsten Wirkungsgraden ausgestattet.

Für die Wärmerückgewinnung aus der Abluft wird ein Gegenstrom-Plattenwärmetauscher verwendet. Die Lamellen im Tauscher bestehen aus Aluminium mit 0,1 mm Stärke. Das Gehäuse besteht ebenfalls aus Aluminium.

### Wärmepumpe

Sie dient zur Erwärmung von Brauchwasser und Zuluft. Die Umschaltung erfolgt mittels

Magnetventil, welches den Luftkondensator zuschalten kann. Im Luftheizbetrieb wird das Heißgas immer durch den Brauchwasser-Kondensator geführt, was die hocheffiziente Nutzung der Heißgas- Enthitzung erlaubt.

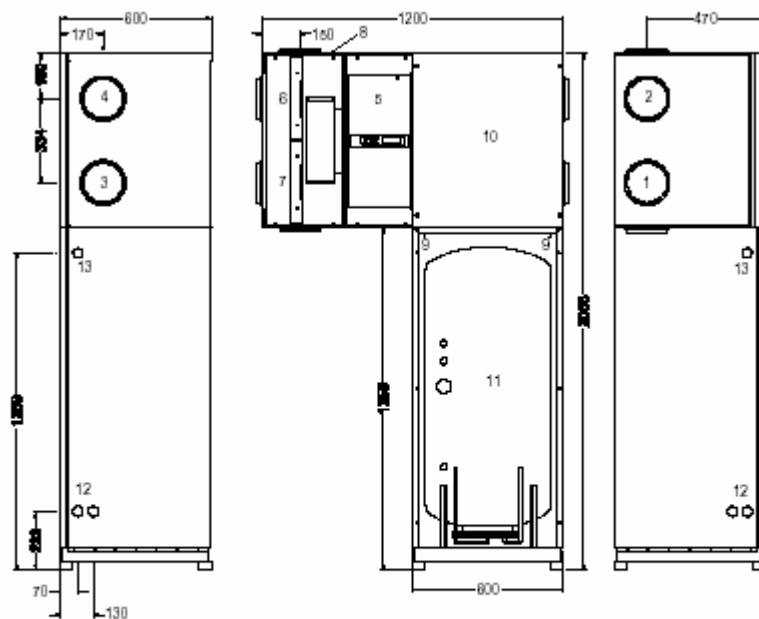
### Warmwasserspeicher

Hier kommt ein doppelt vakuumemaillierter Stahlspeicher mit 200 Liter Inhalt zum Einsatz. Die vollflächige Hartschaumisolation sorgt für geringste Wärmeverluste. Die Wärmeübertragung von der Wärmepumpe erfolgt durch einen doppelwandigen Sicherheitsverflüssiger. Schnelltestanode. Panzerschläuche ¾“ ermöglichen den Kalt- und Warmwasseranschluss vom Boden aus oder über die Seitenwände. Elektroheizeinsatz 2 kW optional möglich.

### Steuerung

Die Steuerung und Überwachung des Kompaktgerätes erfolgt mittels Mikroprozessor direkt am Gerät. Am Raumbediengerät im Wohnraum wird die Ist-Temperatur erfasst und die Soll-Temperatur gewählt. Weiters erfolgt hier die Signalisierung von Heizbetrieb, Filterwechsel und Störung.

Im Mikroprozessor wird das Zusammenspiel aller Komponenten geregelt: die Drehzahl der Ventilatoren, der Betriebszustand der Wärmepumpe, etc. Das Regelungskonzept umfasst Automatik- und StandBy-Betrieb, voneinander unabhängige, programmierbare Tagesprogramme für Temperaturabsenkung und Luftmengen, diverse Einstellmöglichkeiten für den Anschluss verschiedener Zusatzheizungen, und vieles mehr. Geräteinterne Funktionen, wie das energieeffiziente Abtauen der Wärmepumpe, Aufforderung zum Filterwechsel, Fehlerdiagnose und Betriebsstundenzähler runden das Konzept ab.

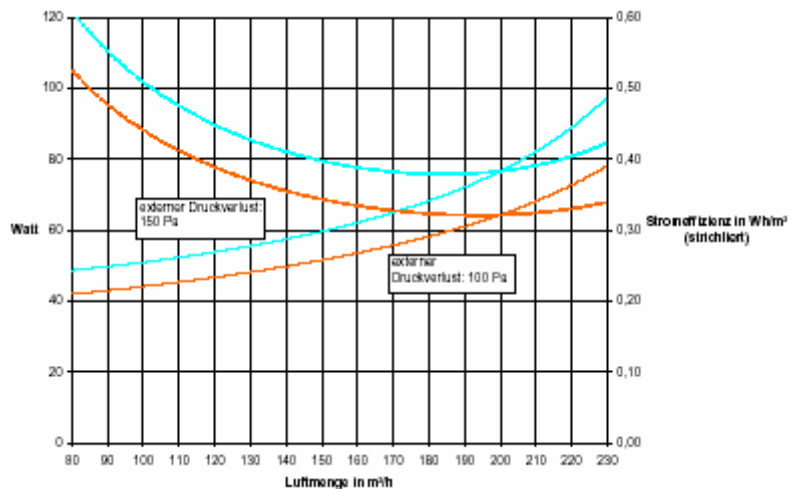


- 1...Luftanschlusstutzen Außenluft, DN 160
- 2...Luftanschlusstutzen Abluft, DN 160
- 3...Luftanschlusstutzen Fortluft, DN 160
- 4...Luftanschlusstutzen Zuluft, DN 160
- 5...Steuerungseinheit mit Gehäuse
- 6...Filter Abluft
- 7...Filter Außenluft

- 8...Durchführung für die elektrischen Zuleitungen
- 9... Kondensatablauf
- 10...Wärmepumpenmodul
- 11...200-Literspeicher
- 12...Gehäusedurchführungen Kalt-/Warmwasser
- 13...Gehäusedurchführungen Kondensatablauf

## 5.2.4.1 Lufttechnische Daten der Kennlinien

### Stromaufnahme der Ventilatoren



Das Diagramm zeigt den Strombedarf der beiden Ventilatoren (inkl. Umwandlungsverluste) in Abhängigkeit des externen Druckverlustes. Strichliert dargestellt die Stromeffizienz im jeweiligen Betriebspunkt.

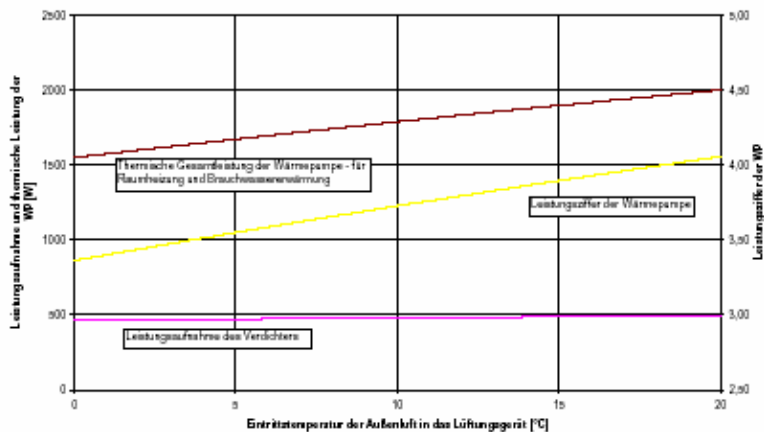
### Wärmerückgewinnungsgrad

Der Wärmerückgewinnungsgrad nach VDI 2071 beträgt bei Nenn-Volumenstrom (205 m³/h) 86%.

### Wärmepumpe

Im nachfolgenden Diagramm ist die thermische Leistung, die Stromaufnahme, sowie die Leistungsziffer der Wärmepumpe in Abhängigkeit der eintretenden Außenluft (aus dem Erdwärmetauscher) dargestellt. Abluftbedingungen: 21°C / 40 % r.F. Die Kennlinien gelten für eine Kondensationstemperatur von 40°C; das ist ein praxisnaher Mittelwert für die Betriebszustände Brauchwasser aufheizen (Verdichter-Abwärme wird für die Raumwärme genutzt); Raum heizen bei gleichzeitiger Brauchwassererwärmung und Raum heizen bei erwärmtem Brauchwasser.

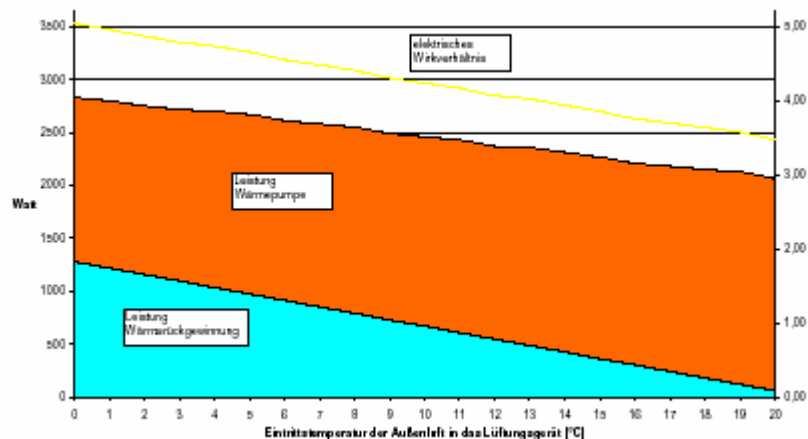
Leistungsdaten der Wärmepumpe im aerosmart L (205 m³/h; ABL 21°C / 40% r.F.; Kondensation bei 40°C - Mittelwert aller Betriebszustände; Abtau-Leistungsminderung berücksichtigt)



## Thermische Gesamtleistung und elektrisches Wirkverhältnis

Im nachfolgenden Diagramm ist die thermische Gesamtleistung dargestellt. Diese beinhaltet die Leistung der rekuperativen Wärmerückgewinnung (nimmt mit steigender Außenlufttemperatur ab) und die Leistung der Wärmepumpe (steigt mit der Außenlufttemperatur an). Weiters ist das gesamte elektrische Wirkverhältnis zu sehen, das sich aus thermischer Gesamtleistung im Verhältnis zum gesamten eingesetzten Strom (Wärmepumpe, Hilfsantriebe, Ventilatoren) ergibt.

### Thermische Gesamtleistung und elektrisches Wirkverhältnis



### Technische Daten

Abmessungen WP/Boilermodul (BxTxH):	600x600x2053 mm
Abmessungen Lüftungsmodul (BxTxH):	600x600x694 mm
Luftanschlüsse:	6x DN 160
(für Abluft und Außenluft stehen je 2 zur Auswahl)	
Gewicht:	ca. 200 kg
Netzanschluss	230 V / 50 Hz
Vorsicherung	16 A
Nennluftmenge	205 m <sup>3</sup> /h
Mindestluftmenge	180 m <sup>3</sup> /h
Mittlerer Wärmebereitstellungsgrad des Lüftungsmoduls	90%
Maximale Leistungsaufnahme der Ventilatoren (total)	150 W
elektrisches Wirkverhältnis der Gesamtanlage (bei AUL=+3°C)	4,7
Maximale Leistungsaufnahme der Wärmepumpe in W Bei tC=50°C	550
Nennbetriebsbedingungen der Wärmepumpe (AUL +5°C; ABL 21°C 40%):	
Leistungsaufnahme in W	475 W
Thermische Leistung in W	1695 W
Maximale Leistungsaufnahme des optionalen E-Heizstabs	2000 W

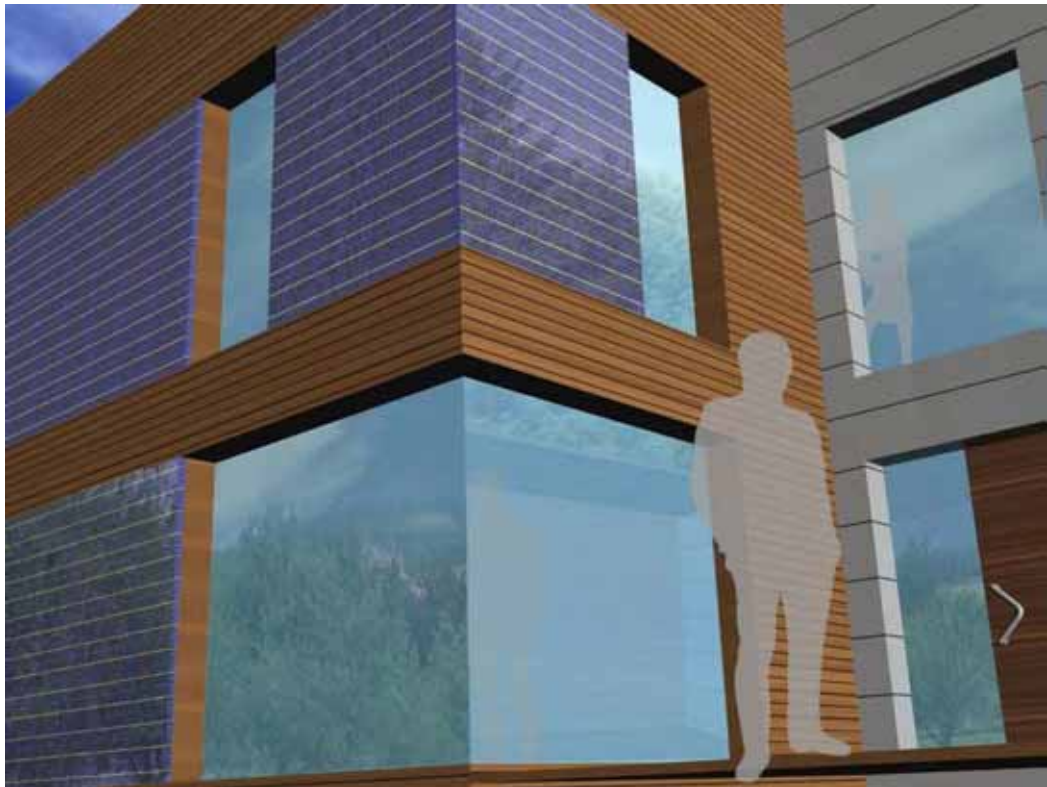
#### 5.2.4.2 **Wartung und Reparatur**

Dauerhaftigkeit, Konzepte zur Vereinfachung, Rationalisierung und Kostensenkung bei Reparaturen und Wartungen

Beim bestehenden Altbau störte den Bauherrn u.a. die laufenden relativ hohen Wartungs- und Reparaturkosten für die Gastherme von durchschnittlich € 150.-/a und der Überprüfungs-kosten des Gastanks von durchschnittlich € 180.-/a neben den stark steigenden Energiekosten für das Flüssiggas. Weiters schwankte im Hinterkopf immer das damit verbundene Risikopotential mit.

Daher stand eine rationelle Konzeption mit dem multifunktionalen Lüftungskompaktgerät auch aus der Sicht der Wartungsvereinfachung (Filterwechsel kann selbst durchgeführt werden) auf der Wunschliste des Bauherrn.

### 5.3 **Nutzung aktiver Sonnenenergie**



Zur 75%-igen Deckung des gesamten geringen Strombedarfs für den Restwärmebedarf von insgesamt 3.170 kWh wurde eine 2,4 kWp Hochleistungs-Photovoltaikanlage am Haus installiert. Diese wurde im Fensterbandbereich fassadenintegriert montiert.

Diese großflächige fassadenintegrierte Solarmodul Bauweise war für den österreichischen Hersteller Ertex Solar GmbH eine Neuentwicklung, um mit diesen Funktionselementen gleichzeitig auch neue architektonische Akzente zu setzen. Mit dieser Neuentwicklung erhielten sie kurze Zeit später den Energy Globe Vienna verliehen, bei dem die Anwendung anhand dieses Demonstrationsprojekts erstmals der Öffentlichkeit präsentiert wurde. Zudem stellte damit dieses „Althaus der Zukunft“ einen richtungsweisenden Meilenstein für eine gänzliche Deckung des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energiequellen auch im sanierten Altbaubestand dar.

### 5.3.1 Fassadenmontage der PV-Module



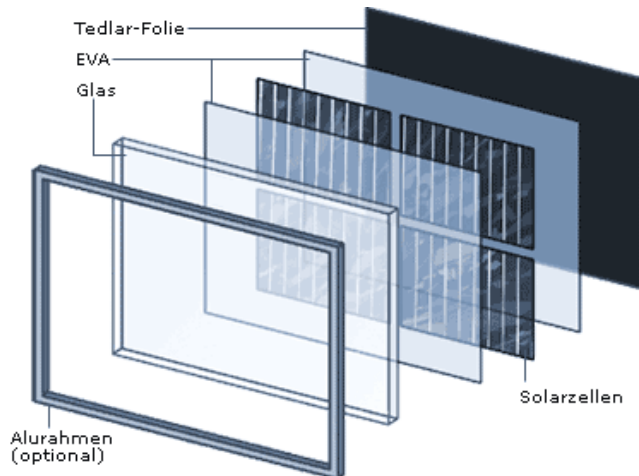
### 5.3.2 ertex Glas-Folien-Modulen

Bei diesem Demonstrationsprojekt kamen ertex Glas-Folien-Module zum Einsatz. Die mono- oder polykristalline Siliziumsolarzellen werden mittels EVA-Folie (Ethylen-Vinyl-Azetat) zwischen einer gehärteten Glasplatte (ESG) und einer rückseitigen Kunststoffverbundfolie (Tedlar) eingekapselt. Die Frontscheibe besteht aus hochtransparentem Weißglas und garantiert höchste Lichttransmission. Der elektrische Anschluss der Module erfolgt über eine Anschlussdose auf der Rückseite des Moduls.

Die ertex Glas-Folien-Module kamen auch speziell wegen der variablen großen Paneele zum Einsatz. Die rückseitige Kunststoffverbundfolie wurde standardmäßig in schwarz ausgeführt.



### 5.3.3 Aufbau PV Glas-Folien Module



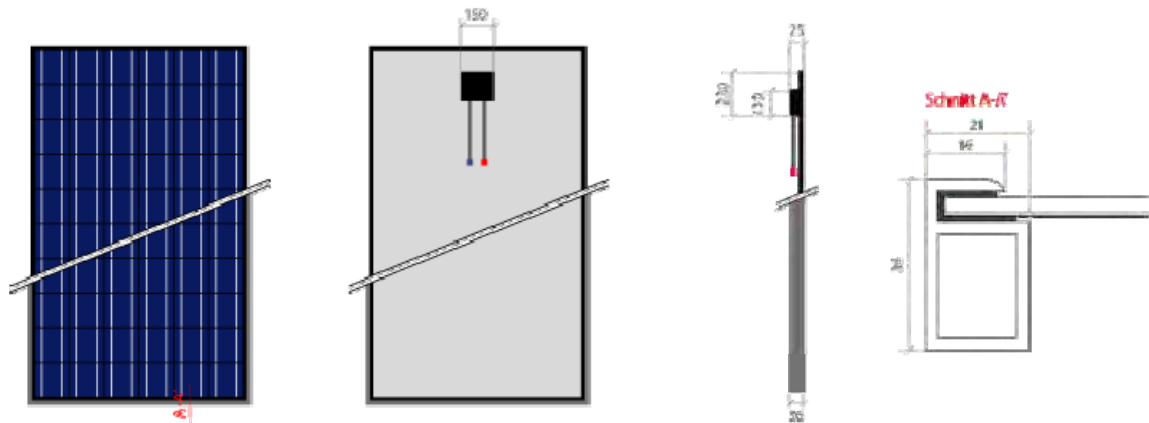
**Frontseite:** 4 mm ESG-Weißglas

**Zelltype:** Poly- oder monokristalline Solarzelle, typ. 156 x 156 mm

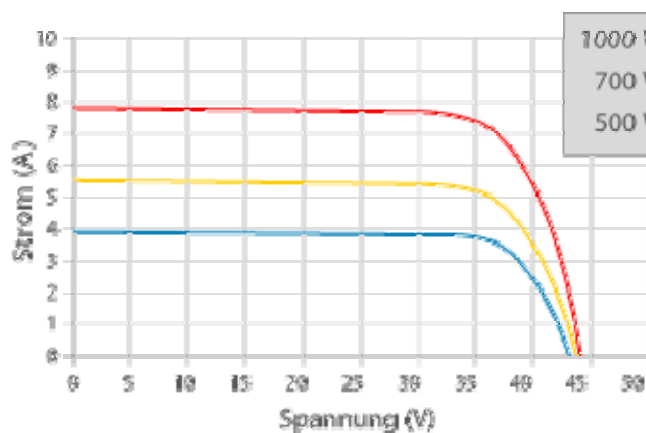
**Verkapselung:** EVA-Folie (Ethylen-Vinyl-Acetat)

**Rückseite:** Tedlar-Kunststofffolie

**Anschluss:** Tyco Anschlussdose (IP 65) mit Steckverbindung und 4 mm<sup>2</sup> Anschlusskabel passend zur Modulbreite



### Strom-Spannungskennlinie



Maximalwerte

**Betriebstemperatur:**  
-40 bis +85°C

**Windgeschwindigkeit:**  
135 km/h

**Max. Systemspannung:**  
715 V

## 5.4 Zielsetzungen Tageslichtkonzept

Hohe Anforderungen an die Sanierung stellte die Notwendigkeit einer guten Tageslichtnutzung, da relativ geringe Fenstergrößen durch den Bestand vorgegeben waren. Ein Tages- und Kunstlichtkonzept sicherte hier ausreichend helle Räume und verhindert, dass die Passivhauseinsparungen im Wärmebereich durch einen hohen Stromverbrauch beim Kunstlicht konterkariert werden.

- Vergrößerung der Fassadenöffnungen zum ausreichenden Tageslichtkoeffizient  $< 2\%$  für die Aufenthaltsräume trotz hohen Ansprüchen an die thermische Qualität von Verglasungen (3-Scheiben), Profilen und thermischer Fassadensanierung (Passivhausqualität).
- Ausreichende Belichtung bzw. Helligkeit in allen Räumen für angenehmen psychologischen Eindruck (Sicherheit, Freundlichkeit, Verbindung zur Natur)
- Geringer Strombedarf für Kunstlichtbeleuchtung in Zusammenhang mit den für ein Passivhaus geforderten Grenzwerten beim Primärenergieverbrauch.

Sämtliche Fensterflächen auf der Südost und Südwestfront wurden als raumhohe Fensterflächen ausgeführt, um so eine gleichmäßige Lichtverteilung auch in die Tiefe der Räume zu erreichen. Die Brüstungselemente vor den Fenstern wurden aus transparentem Glas gefertigt.

## 5.5 Energieeinsparungsmaßnahmen Haushaltstrom

Im Rahmen der Projektleitung wurden die Bauherren über ihre persönlichen Möglichkeiten – Energie im Haushalt zu sparen – informiert.

Zur Verringerung des Strombedarfes (für Haustechnik, Beleuchtung und Haushaltsgeräte) etc. wurden von den Bauherren einerseits möglichst nur Geräte der Energieeffizienzklasse A und A+ zugelegt, und andererseits 60% aller Beleuchtungskörper mit Energiesparlampen ausgestattet.

## 5.6 Schwerpunkt Sommertauglichkeit

Um angenehme Raumtemperaturen auch im Sommerfall zu erreichen wurde ein außenliegender effizienter Sonnenschutz als Schutzmaßnahme gegen Überhitzung bei den Südwest und Südostorientierten Fenster installiert.

Im Wohn-Essbereich im Erdgeschoß wurden Jalousien mit luftdichten, elektrischen Antrieb eingebaut.

Bei den Obergeschoß Fenstern wird eine außenliegende Rollläden als Sonnenschutz eingesetzt. Darüber hinaus ist in jedem Raum mindestens ein öffnenbares Fenster angeordnet, um auch über eine natürliche Nachtbelüftung durch Querlüftung die sommerlichen Raumtemperaturen im angenehmen Bereich um maximal  $27\text{ °C}$  zu halten. Gemäß PHPP Berechnung werden diese Maximalwerte nur in 6,9% der Stunden im Jahr erreicht.



## 6 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### 6.1 Kostenaufstellung

#### 6.1.1 Gegenüberstellung der Sanierungsvarianten

Basis dieses Projektes war die ursprüngliche Einreichplanung für die Sanierung des Einfamilienhauses in Pettenbach, welche ursprünglich in konventioneller Form geplant war, und einen Heizwärmebedarf von 64 kWh/m<sup>2</sup>a nach OIB bzw. 84 kWh/m<sup>2</sup>a nach PHPP berechnet erzielt hätte.

Darauf aufbauend bzw. als Vergleichsbasis berücksichtigte dieses umgesetzte Demonstrationsprojekt alle Aspekte eines nachhaltigen und ökologischen Gesamtsanierungskonzeptes unter der Einbindung zukunftsweisender Sanierungsmethoden zur maximalen Energieeinsparung bei gleichzeitiger erheblicher Steigerung der Nutzungsqualität. Dazu war es auch notwendig, die ursprüngliche Raumaufteilung und architektonische Gestaltung völlig neu nach energetischen und funktionalen Gesichtspunkten zu überarbeiten, um sich harmonisch in das Gesamtkonzept einzufügen. Weiters wurde entgegen der ursprünglichen Planung auf den Einsatz Ressourcen schonender Baustoffe geachtet.

Ein Projekt nachhaltiger Altbausanierung mit weit reichender Pionierleistung und somit Aushängeschild vorbildlicher österreichischer Baukultur darf nicht nur dem Anspruch nachhaltigen und energiesparenden Bauens entsprechen. Vielmehr verpflichtet es auch in funktionaler, architektonischer und bautechnischer Hinsicht dem neuesten Stand der Technik zu entsprechen. Erst dadurch wird dieses Vorreiter und Vordenkerprojekt auch zum gern präsentierten Vorzeigeprojekt.

Konventionelle Bauweise		Passivhaus		Kostenvergleich
Ausführung: Standardsanierung mit Aufstockung in		Ausführung: Sanierung auf Passivhaus mit		Innovative Mehrkosten Passivhaus
KOSTENAUFSTELLUNG Kosten Standard-sanierung		KOSTENAUFSTELLUNG Kosten Innovative Sanierung		
REINE BAUKOSTEN (netto)	193.076,00		263.369,96	70.293,96
Reine Baukosten inkl. Ust.	231.691,20		316.043,95	84.352,75
Wohnnutzfläche 217 m <sup>2</sup> - Baukostenaufteilung pro m <sup>2</sup> ohne Ust.				
<b>Passivhaus Technologie</b>				<b>143,30</b>
Ökologische Maßnahmen				99,80
Photovoltaikanlage				80,80
Nettosumme Baukosten pro m <sup>2</sup>				323,90
Wohnnutzfläche 217 m <sup>2</sup>				
Baukosten pro m <sup>2</sup> inkl. Ust.	1.067,70		1.456,42	388,72

## 6.1.2 Aufschlüsselung der Mehrkosten

Darstellung der mit dem Innovationsgehalt in Zusammenhang stehenden Mehrkosten

Mehrkosten Aufschlüsselung	Einzelmaßnahmen	Innovative Mehrkosten In Euro	Mehrkosten in Prozent
<b>Passivhaus Technologie</b>	Zusatz Wärmedämmung inkl. Vakuumdämmung Passivhausfenster u. -türen Haustechnik mit kontrollierter Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung Wärmebrückenvermeidung Schirmdämmung, etc.	31.100.-	16,1% zu Referenzkosten
<b>Ökologische Maßnahmen</b>	Holzbautechnologie für Wandkonstr. + Fassade aus nachwachsenden Rohstoffen anstatt Polystyrolfassade + Massivbauaufstockung Holzbodenaufbau statt Estrich	21.664.-	11,2% zu Referenzkosten
<b>Gesamtsumme Gebäude Mehrkosten</b>		<b>52.764.-</b>	<b>27,3%</b>
<b>Photovoltaikanlage</b>	Fassadenintegriert großflächige Module abzügl. Zuschuss von Land OÖ	17.530.-	9,1%
<b>Gesamtsumme Gebäude Mehrkosten inkl. PV</b>		<b>70.294.-</b>	<b>36,4%</b>
<b>Zusatzkosten „Haus der Zukunft“</b>	Dokumentations- und Präsentationsarbeiten	10.320.-	-----
<b>Gesamtsumme Mehrkosten</b>		<b>80.614.-</b>	

Anmerkungen: Alle Kostenangaben ohne Mwst

An Förderungen durch das Land Oberösterreich wurden nachfolgende Beträge ausgezahlt:

- Wohnbausanierungsförderung 40% Annuitätenzuschuss für € 40.000.-
- Zuschuss Wohnraumlüftung + Warmwasser Wärmepumpe € 2.004.-
- Zuschuss für PV- Anlage € 7.584.-

### Ökologische Maßnahmen:

Die Entwicklung neuer Holzbautechnologien für die thermische Fassadensanierung fördert nicht nur die Nutzung nachwachsender Rohstoffe, sondern sichert auch:

- Holz hat kurze Transportwege
- Beitrag zum Klimaschutz
- Lokale Wertschöpfung und schafft regionale Arbeitsplätze

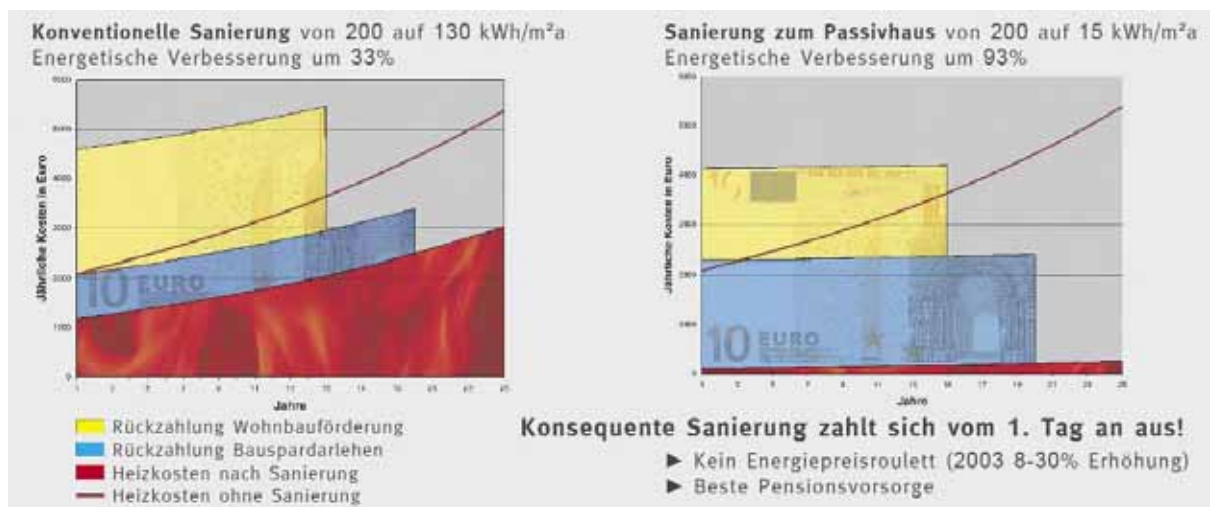
Baukosten: 1.456.- €/m<sup>2</sup> inkl. Ust.  
**Mehrkosten Passivhaustechnologie: 171.- €/m<sup>2</sup> inkl. Ust.**  
 Mehrkosten gesamt: 389.- €/m<sup>2</sup> inkl. Ust.

**Mehrkosten rechnen sich vom ersten Tag an!**

Der konsequente Umbau zum Passivhaus hat gegenüber einer konventionellen Sanierung 16% und der Einsatz ökologischer Maßnahmen 11% Mehrkosten verursacht. Die Bauherren erhalten damit allerdings auch die höchsten Förderungen und Zuschüsse vom Land. Das verbleibende höhere Bankdarlehen wird jedoch zur Gänze von den dramatisch reduzierten Energiekosten abgedeckt. Zudem sind die Bankzinsen niedriger als die zu erwartenden Heizkostensteigerungen, womit sich die konsequente Sanierung auf jeden Fall auszahlt.

Dieses Forschungsprojekt kommt zu der Schlussfolgerung, dass die Sanierung von Eigenheimen aus der Nachkriegszeit zu einer gravierenden Verbesserung des Qualitätsstandards führt. Durch die neu eingeführte Passivhausförderung in der Althausanierung der OÖ Wohnhaussanierungs-Verordnung 2005 vom 08.04.2005, wird für die Rückzahlung von Darlehen ein Annuitätenzuschuss gewährt. Das Ausmaß des Annuitätenzuschusses ist mit 40% auf die Dauer von max. 25 Jahren, längstens jedoch bis zur gänzlichen Tilgung des Darlehens gewährt. Die Energiekennzahl gemäß OÖ Bautechnikverordnung darf den Wert von 15 kWh/m<sup>2</sup>a nicht übersteigen. Berechnungsmethode nach OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik).

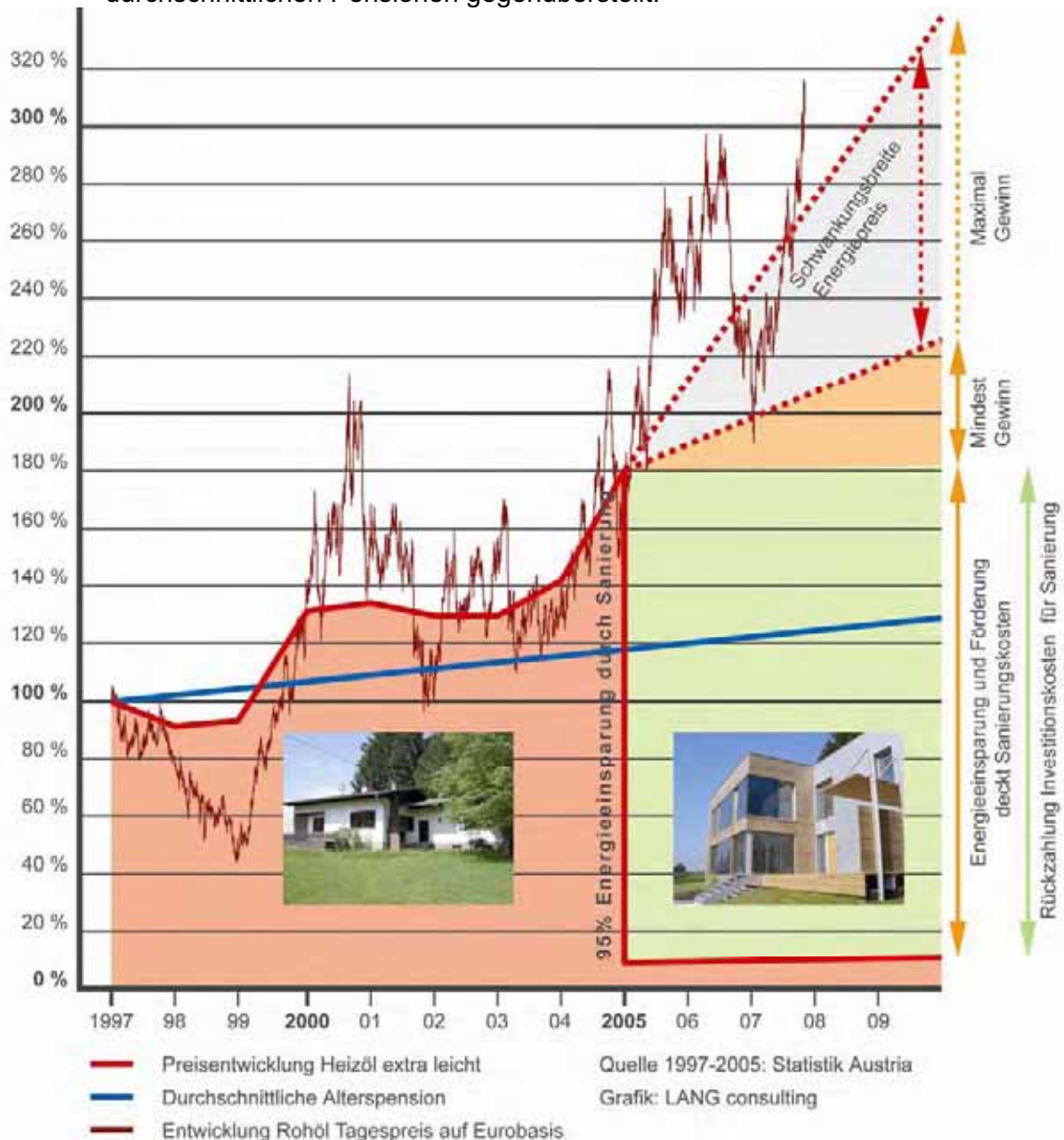
Im Zusammenhang mit der neuen Sanierungsförderung mit dem nicht rückzahlbaren Zuschuss (Förderung der innovativen Mehrkosten) ist es möglich, dass keine monatliche Mehrbelastung notwendig ist.



Während das obige Finanzierungsbeispiel mit einer jährlichen Heizkosten Steigerung von 4% gerechnet wurde, zeigen die tatsächlichen Entwicklungen der Rohöl- und Gaspreise dramatisch höhere jährliche Steigerungen.

## Sanierung auf Passivhausstandard ist beste Pensionsvorsorge

Wie attraktiv die Sanierung auf Passivhausstandard in Wirklichkeit ist, wird erst sichtbar, wenn die Entwicklung des Energiepreises vor und nach der Sanierungsmaßnahme und dazu im Vergleich die Entwicklung der durchschnittlichen Pensionen gegenüberstellt.



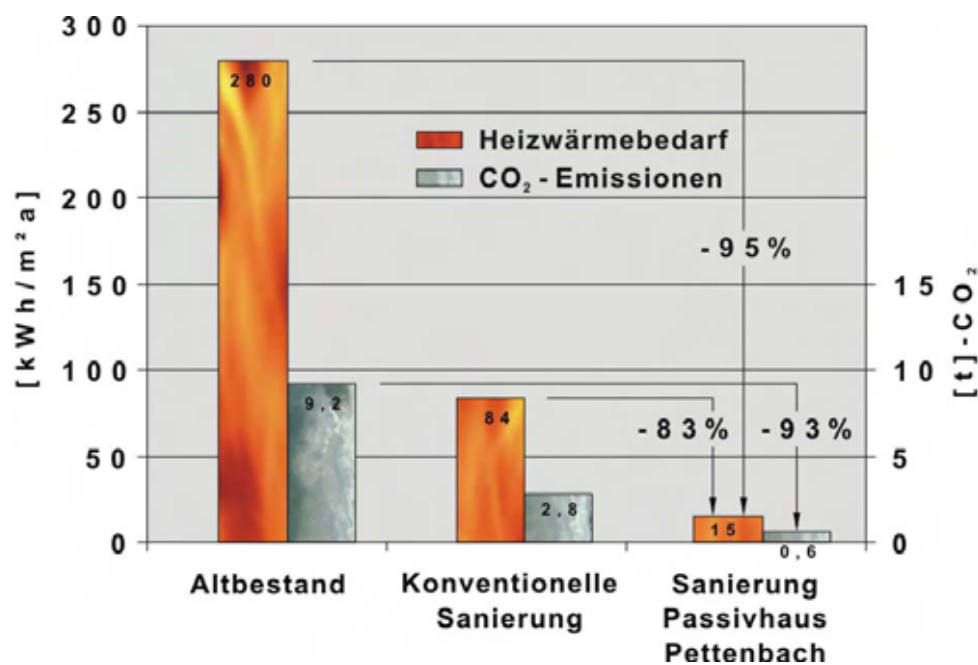
### 6.1.3 Umsetzung des Demonstrationsprojektes

Die vorbildhafte Umsetzung des Passivhausstandard und -komfort in der Altbausanierung von Einfamilienhäusern am Beispiel EFH Schwarz in Pettenbach/OÖ stellt Österreichweit eine Premiere dar. Neben der radikalen Reduktion des Energieverbrauchs um 95% und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Raumwärme um 93% stand bei diesem Demonstrationsprojekt im Rahmen der Forschungsprogrammlinie „Haus der Zukunft“ des BMVIT die innovative Sanierung mit hohem Vorfertigungsgrad durch vorgehängte Holzwandelemente im Vordergrund.

## 6.2 Ergebnisse der energetisch optimierten Sanierung

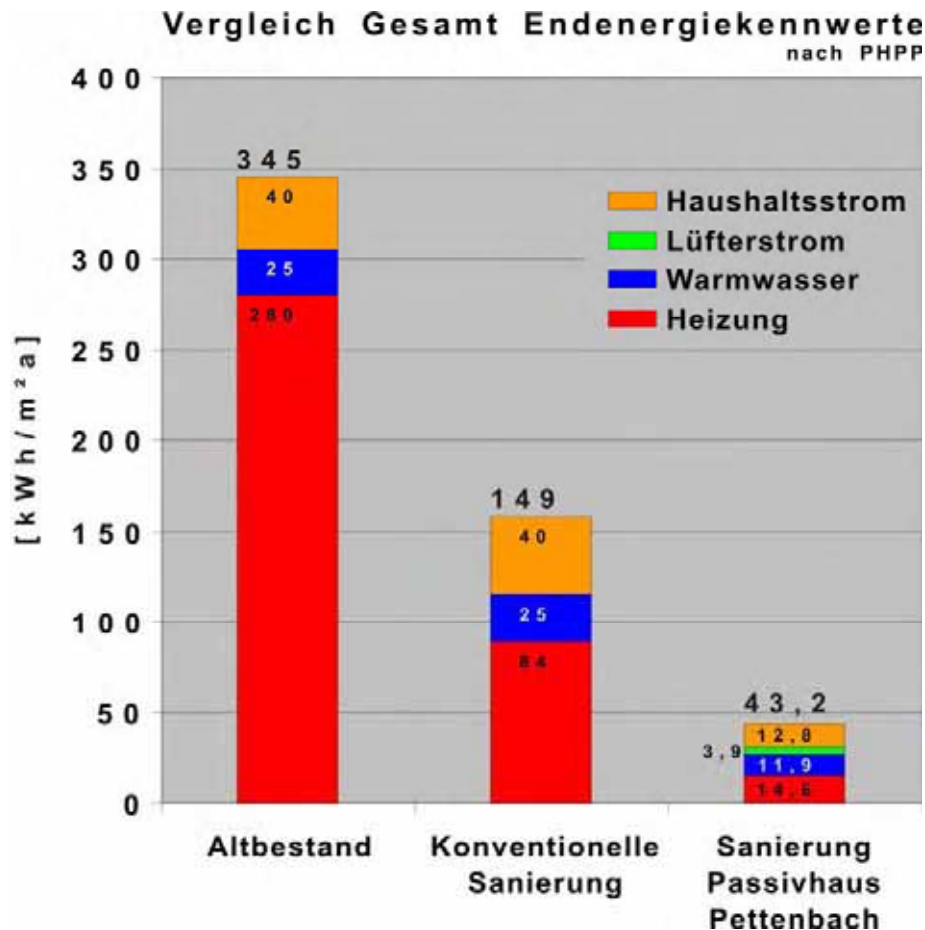
Die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus den durchgeführten Berechnungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

	Vor Sanierung	Nach Sanierung
Nutzfläche	97 m <sup>2</sup>	217 m <sup>2</sup>
Heizwärmebedarf	27.100 kWh/a	3.170 kWh/a
Energiequelle	Flüssiggas	2,4 kWp PV Anlage
Heizwärmebedarf nach PHPP	280 kWh/m <sup>2</sup> a	14,6 kWh/m <sup>2</sup> a
		- 95%
CO <sub>2</sub> Emissionen		- 93%
Luftdichtheit n <sub>50</sub>	5,1 h <sup>-1</sup>	0,5 h <sup>-1</sup>



- Reduktion Heizwärmebedarf von 280 kWh/m<sup>2</sup>a auf 14,6 kWh/m<sup>2</sup>a
- Reduktion Heizwärmebedarf um 95%
- Reduktion Heizwärmebedarf Gesamt von 27.100 kWh/a auf 3.170 kWh/a trotz Verdoppelung der Wohnnutzfläche
- Deckung des Restheizwärmebedarfs zu 60% durch Photovoltaik
- Reduktion der Emissionen durch Raumwärme von 9,2 t CO<sub>2</sub> auf 0,6 t CO<sub>2</sub>!
- Innovative nachhaltige Sanierung mit größtmöglichem Einsatz nachwachsender Rohstoffe
- ca. 80 % weniger nicht nachwachsende Rohstoffe trotz einer Verdoppelung des Baukonstruktionsvolumens durch den Passivhausstandard
- 3 Tage Errichtungszeit für neue thermische Gebäudehülle bei Sanierung und Aufstockung inkl. Fenster und Fassade
- Gesamt Bauzeit: November 2004 bis Juni 2005

- Als wichtigstes Ergebnis für die Programmlinie „Haus der Zukunft“: Rundum zufriedene Bewohner eines vorbildlichen Demonstrationsprojektes „Althaus der Zukunft“ als wesentlicher Multiplikator.
- Sanierung mit Minimum an Transport- und Verkehrsaufkommen
- Best Practice- und Best Quality- Altbausanierung
- Einsatz von Vakuumdämmung in den Problemzonen der Altbausanierung
- Regionale Arbeitsplätze durch nachhaltige Sanierung

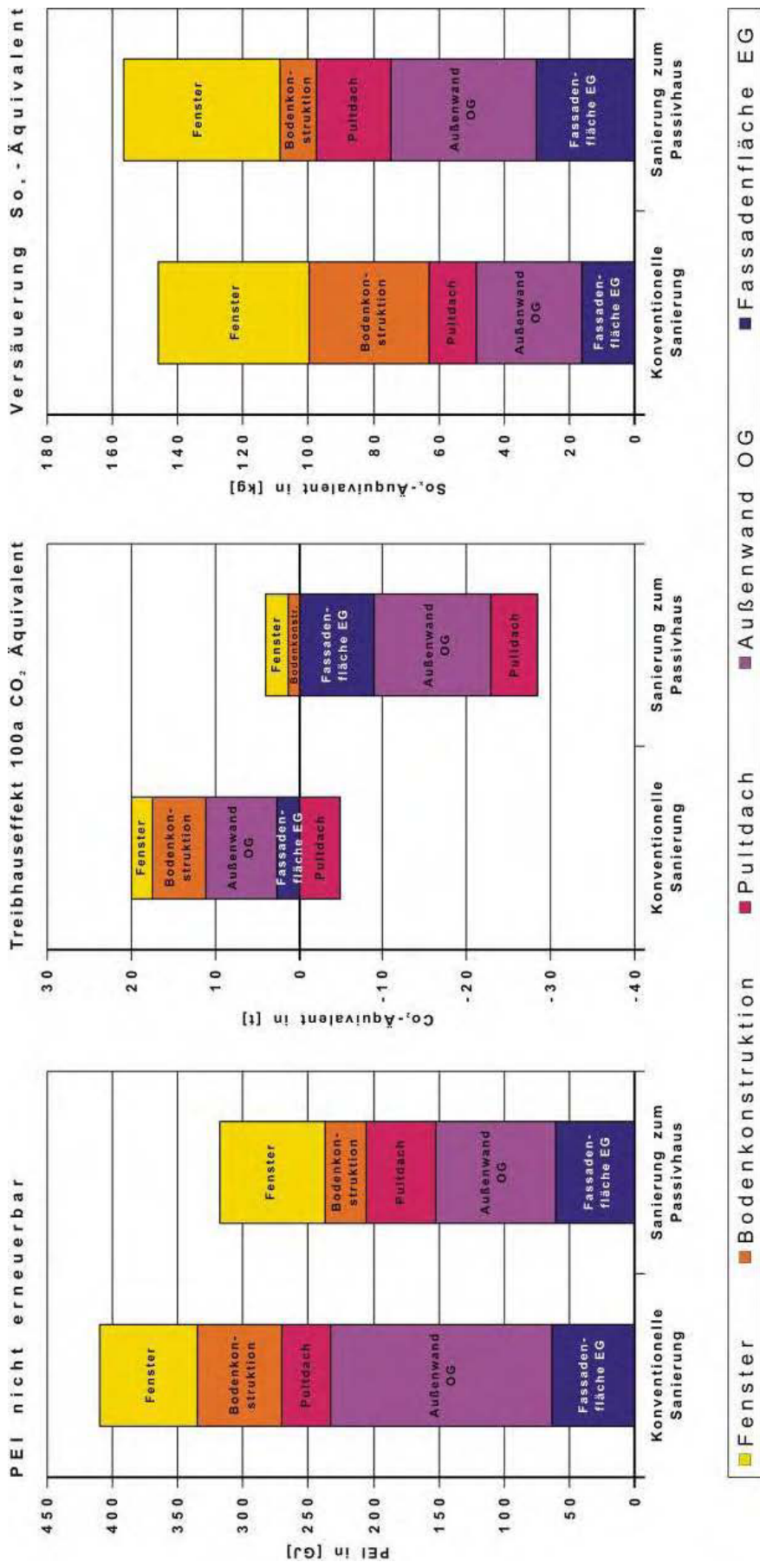


Grafik: Vergleich der spezifischen Gesamt- Endenergiekennwerte nach PHPP bewertet für Heizung, Warmwasser, Lüfterstrom und Haushaltsstrom beim gegenständlichen Demonstrationsprojekt Altbausanierung EFH Schwarz in Pettenbach

### 6.2.1 Schlussfolgerung der ökologischen Bewertungen

Bei der Gegenüberstellung der beiden Sanierungsvarianten für sämtliche Bauteile der thermischen Gebäudehülle zeigt sich, dass bei Berücksichtigung einer ökologischen Bauteilsanierung mit größtenteils nachwachsenden Rohstoffen, eine Sanierung auf Passivhausstandard, trotz doppelten Volumen der thermischen Gebäudehülle, eine bessere Ökobilanz schon alleine bei der Herstellung aufweisen kann, als die heute üblichen konventionellen Sanierungsmaßnahmen. Unter Beziehung der Beheizung – gerechnet auf 30 Jahre – schneidet die ökologische Passivhaussanierungsvariante ganz erheblich besser ab, und hat sogar geringere Gesamt CO<sub>2</sub> Emissionen von Beginn an, als wenn die Bauherren gar nicht in eine Sanierung investiert hätten.

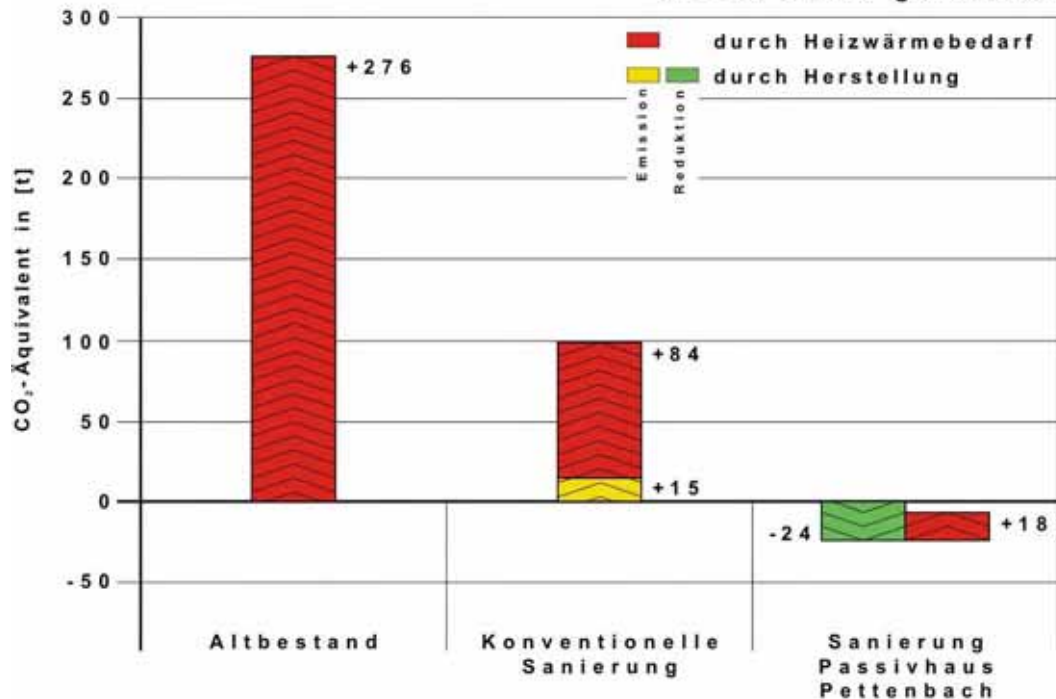




Auswertung der Tabelle 4.8.6.1 Ökolog. Bauteilprofil: Vergleich der Gesamtgebäudebilanz

## Treibhauseffekt 100a CO<sub>2</sub>-Äquivalent

auf 30 Jahre gerechnet



Die Darstellung über das ökologische Gesamtprofil der Gebäudevarianten über die Größenordnungen der Treibhauspotentiale in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten über 30 Jahre zeigen noch deutlicher die eindeutigen Vorzüge einer ökologischen Sanierung zum Passivhaus, wie beim Demonstrationsprojekt Pettenbach umgesetzt.

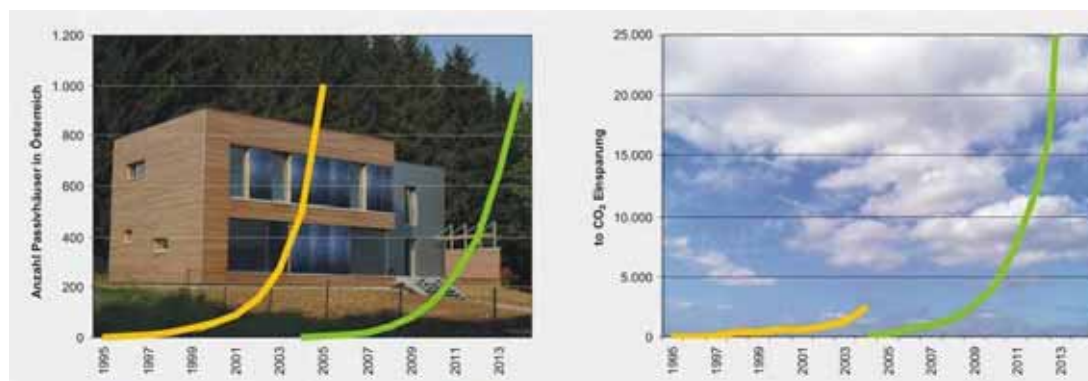
Mit der Sanierung zum Passivhaus verzeichnet dieses selbst über einen Zeitraum von 30 Jahren in Summe sogar noch eine Einsparung von 6 to CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

Die gewählte Sanierungsvariante weist also vom Beginn der Sanierung an mit Abstand die größten Einsparungen an Treibhausmissionen auf!

Die konventionelle Sanierung verursacht vergleichsweise 105 to, und der weiter unsanierte Altbau gar 282 to mehr an CO<sub>2</sub>-Äquivalent binnen 30 Jahren.

### 6.3 Multiplikatorwirkung durch Sanierung zum Passivhaus

Eine erste Trendabschätzung lässt sich auf Grund der bisher eingelangten Anfragen für ähnliche Projektvorhaben und der laufenden 5. Ausschreibung der Programmlinie „Haus der Zukunft“ des BMVIT zum Thema Altbausanierung ablesen. Demnach ist damit zu rechnen, dass bis 2007 voraussichtlich an die zwei Dutzend weitere Demonstrationsprojekte im Bereich Altbausanierung auf Passivhausstandard bereits umgesetzt werden. Für diese nachfolgenden Demonstrationsprojekte ist das Pilotprojekt EFH Pettenbach ein wichtiger richtungsweisender Meilenstein.



Die linke Grafik zeigt die Entwicklung der Anzahl der Passivhäuser in **Neubau** und **Altbausanierung** im Vergleich in den jeweils ersten 10 Jahren. Hier lässt sich eine ähnliche Trendentwicklung wie vor acht Jahren im Neubausektor ablesen.

Aufgrund des circa fünffachen Einsparungspotentials an CO<sub>2</sub> Emissionen tragen die sanierten Projekte aber wesentlich stärker zum Klimaschutz bei – siehe rechte Grafik.

Vergleichsbasis für die Berechnung des durchs. Heizwärmebedarf von Einfamilienhäusern in konventionellem und Passivhaus Standard		Differenz durchschnittliche Energieeinsparung	Differenz durchschnittliche CO <sub>2</sub> Einsparung
Neubau in konvention. Baustandard 65 kWh/m <sup>2</sup> a	Neubau in Passivhausstandard 10 kWh/m <sup>2</sup> a	55 kWh/m <sup>2</sup> a	16 kg/m <sup>2</sup> a
Durchschnittlicher Altbaubestand EFH 200 kWh/m <sup>2</sup> a	Sanierung auf Passivhausstandard 15 kWh/m <sup>2</sup> a	185 kWh/m <sup>2</sup> a	60 kg/m <sup>2</sup> a <sup>1)</sup>
		<b>Faktor 3,4</b>	<b>Faktor 3,8 <sup>1)</sup></b>

<sup>1)</sup> Auf Grund der in der Regel gleichzeitigen Umstellung des Energieträgers bei Altbausanierungen ergeben sich bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen noch größere Einsparungen.

## 6.4 Schlussfolgerungen für nachhaltige politische Richtungsentscheidung

### 6.4.1 Altbausanierung zum Passivhaus ist die Basis für Energieunabhängigkeit

Eine massive Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und der verstärkte Einsatz von Ökoenergien kann Österreich von fossilen Brennstoffen und Energieimporten unabhängig machen. In beiden Sektoren zählt die Österreichische Wirtschaft dank ihrer Innovationskraft zur Weltspitze.

Wie sehr Österreich tatsächlich von der intensiven Nutzung Erneuerbarer Energieträger und einem engagierten thermischen Gebäude Sanierungsprogramm wirtschaftlich profitieren kann, machen jetzt diese Studienergebnisse deutlich. Die ersten Altbausanierungen auf Passivhausstandard, welche großteils im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie als Demonstrationsprojekte realisiert wurden, zeigen deutlich das enorme Potential an Energie- und Emissionseinsparung auf.

- Einfamilienhaus von 1960 in Pettenbach
- Mehrfamilienhaus von 1957 in Linz
- Schulgebäude von 1972 in Schwanenstadt
- Pensionistenheim von 1975 in Weiz
- Gewerbebetrieb von 1975 in Wolfurt



Bildleiste: Quelle IG Passivhaus Österreich; Altbausanierungsobjekte auf Passivhausstandard v.l.n.r.: EFH Schwarz in Pettenbach, LANG consulting; MFH der GIWOG in Linz, Architekturbüro ARCH+MORE; Hauptschule II + Polytechnische Schule in Schwanenstadt, PAUAT Architekten; Bezirkspensionistenheim in Weiz, Architekturbüro DI Erwin Kaltenegger; Firmengebäude drexel und weiss energieeffiziente haustechniksysteme, Architekturbüro DI Gerhard Zweier

Trotz unterschiedlichster Gebäudenutzung und –typologie konnte bei all diesen Nachkriegsbauten Energieeinsparungen von 90 – 95% erzielt werden. Gleichzeitig wurden alle Gebäude von fossilen auf erneuerbare Energieträger umgerüstet und so für diese Gebäude eine dauerhafte Versorgungssicherheit für Raumwärme und Warmwasser sichergestellt.

Die durchschnittlichen Mehrkosten dieser Pilotsanierungen betragen im Mittel nur 140.- Euro / m<sup>2</sup> Nutzfläche gegenüber konventionellen thermischen Sanierungen.

#### 6.4.2 **Statt Strafzahlung Sanierung der Nachkriegsbauten auf Passivhausstandard**

Durch die Nichteinhaltung des Kyoto- Protokolls steuert derzeit Österreich auf eine „**Strafzahlung**“ für die **Emissionsüberschreitung** im Zeitraum 2008 bis 2012 von **mindestens 4 Milliarden Euro** zu.

Dieser enorme Betrag kann durch eine „Umwidmung“ in ein sofortiges Klimaschutz Impulsprogramm Österreich vor Strafzahlungen bewahren und gleichzeitig **mehr als 83.000 nachhaltige Arbeitsplätze** und absolute Versorgungssicherheit schaffen.

Mit diesem Betrag könnten **29 Millionen m<sup>2</sup> Altbauten auf Passivhausstandard saniert werden.**

**Dies entspricht 40% aller EFH der Nachkriegszeit in ganz Österreich**, welche auf Grund ihres sehr hohen Energieverbrauchs für eine Sanierung zum Passivhaus prädestiniert sind.

Mit der damit gleichzeitig verbundenen Umstellung von fossilen auf erneuerbaren Energieträgern würde bei diesen sanierten Altbauten **in Summe eine Reduktion von 1,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>** erzielt werden. Dies würde sogar die ursprüngliche Reduktionsmenge gemäß Kyoto- Vereinbarung übersteigen.

#### 6.4.3 **Energieeffiziente Sanierungsoffensive 2007 - 2020**

Um Österreich mittelfristig unabhängig von fossilen Energieträgern zu machen, ist neben der Umstellung auf erneuerbare Energieträger eine Sanierungsoffensive zur erheblichen Steigerung der Energieeffizienz erforderlich.

Derzeit liegt bei Wohnbauten die thermische Sanierungsrate bei 0,8% bei einer durchschnittlichen Energieeinsparung von 30%. Da bei Generalsanierungen danach auch oft die durchschnittliche Wohnfläche/Person steigt (binnen der letzten 10 Jahre in Österreich von 27 auf 38 m<sup>2</sup>/Person gestiegen), und durch Zentralheizung statt Einzelofenheizung auch die durchschnittliche Raumtemperatur in den letzten 10 Jahren um rund 2°C gestiegen ist, werden die Einsparungen oft wieder zunichte gemacht.

Um in der Altbausanierung also zu wirklich signifikanten Einsparungen bei Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu gelangen, ist einerseits die thermische Sanierungsrate anzuheben, und andererseits die Sanierungsförderung auf die Ausnutzung der möglichen Energieeffizienzsteigerungs- Potentiale zu fokussieren.

Vom gesamten Wohngebäudebestand mit 3,315.347 WE stammen (laut Statistik Austria 2001) 1,770.800 WE aus den Baujahren 1919 – 1980.

Davon könnten mit der vorgeschlagenen Sanierungsoffensive **942.500 WE bzw. 55% bis 2020 nahe Passivhausstandard saniert** werden. Dies würden 82 Mio. m<sup>2</sup> WNF entsprechen. Dazu müsste die thermische Sanierungsrate auf 2% pro Jahr angehoben werden.

Die Mehrkosten einer Sanierung auf Passivhausstandard betragen bei den Demonstrationsprojekten i.M. € 140.-/m<sup>2</sup>. Mit der allgemeinen Verbreitung können diese mit € 130.-/m<sup>2</sup> gegenüber den heute konventionellen thermischen Sanierungen mit einer rund 30% Einsparung angenommen werden.

Bei einer Erhöhung der derzeitigen Wohnbau Sanierungsförderungen bei Erreichung eines Heizwärmebedarfs von 20 kWh/m<sup>2</sup>a um einen **zusätzlichen rückzahlbaren Förderbetrag von € 130.-/m<sup>2</sup>**, ergäbe dies bei der durchschnittlichen Wohnungsgröße von 87 m<sup>2</sup> eine Zusatzförderung von € 11.310.-

**Pro Jahr könnten so 67.300 WE mit 5,86 Mio m<sup>2</sup> WNF** mit einem zusätzlichen **Fördervolumen von 764.000 Mio. €** auf nahe Passivhausstandard saniert werden. Für 14 Jahre wäre dies ein Fördervolumen von € 10,7 Mrd.

Dadurch würden 14.265 GWh fossile Energieträger eingespart, und nur noch 1.425 GWh erneuerbare Energieträger erforderlich sein. Die Umwelt würde damit um 4,62 Mio to CO<sub>2</sub> entlastet werden.

Vom restlichen Wohngebäudebestand mit 2,372.850 WE müssten 60% von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energieträger mit einem Energieverbrauch von 18.250 GWh umgestellt werden.

Mit dieser Zusatzförderung von € 130.-/m<sup>2</sup> für Sanierungen zum Passivhaus würde sich die thermische Sanierungsrate um den Faktor 2,5 steigern. Bei einem Investitionsvolumen von rund € 700.-/m<sup>2</sup> würde dies in Summe ein Gesamtinvestitionsvolumen von € 38,7 Mrd. auslösen. Dem steht für die nächsten 14 Jahre ein zusätzliches Gesamtfördervolumen von € 10,7 Mrd. gegenüber. Durch diese zusätzliche jährliche Gesamtinvestitionsvolumen von 2,76 Mrd. € würden 57.500 neue nachhaltige Arbeitsplätze jährlich entstehen.

#### **Effekte der energieeffizienten Sanierungsoffensive 2007 – 2020**

- 14.265 GWh fossile Energieträger Einsparung
- 4,62 Mio to CO<sub>2</sub> Einsparung
- 57.500 zusätzliche Arbeitsplätze / Jahr
- Erhebliche Wohnkomfortsteigerung
- Permanente Frischluft ohne Straßenlärm, Pollen- und Staubbelastung
- Keine Schadstoffbelastung in Räumen
- Gesundheitsvorsorge
- Versorgungssicherheit und beste Pensionsvorsorge

## 7 Anhang

### 7.1 Öffentlichkeitsarbeit, Besichtigungen und Weiterbildung

Das Demonstrationsprojekt wurde laufend auf nachfolgenden Veranstaltungen mit der IG Passivhaus Österreich und anderen Kooperationen präsentiert:

- **1. Südtiroler PH-Tagung**, „Altbausanierung zum Passivhaus“ 29.-30.10.04
- „**Altbausanierung mit Passivhauskomponenten**“, Linz 16.11.2004
- **Energiesparmesse 2005**, Wels 03.-06.03.05



Themenschwerpunkt  
„Altbausanierung mit  
Passivhauskomponenten“.

Präsentation des  
Demonstrationsprojekts mit  
Modellschnitt und Postern.

- **Bauherrenabend** für Kunden der Raiffeisen Bank Salzkammergut
- **Exkursion** mit Kunden der Raiffeisen Bank Salzkammergut 23.04.2005



- **9. Europäischen Passivhaustagung**, Ludwigshafen 29.-30.4.05
- **Solartag** Vortrag und Exkursion für 60 OÖ. LehrerInnen, Wels 10.05.2005



- **3-teilige Lernplattform „Qualitätssicherung bei der Altbausanierung – Neue Chancen für den Holzbau“, Linz** 06 – 08.05
- **HdZ- Workshop und Fachexkursionen „Altbausanierung zum Passivhaus“**  
zu Demonstrationsprojekten Schwanenstadt – Pettenbach – Linz  
30.10.2005



**Feierliche Überreichung der Urkunden und Auszeichnungen „Haus der Zukunft“** durch DI Theodor Zillner vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie für das Demonstrationsprojekt an die Bauherren Familie Schwarz.







Auf die Urkundenüberreichung und die Fertigstellung des gelungenen Demonstrationsprojektes musste natürlich gebührend angestoßen werden, und die Familie Schwarz ließ es sich nicht nehmen, die Gäste entsprechend zu bewirten.



Bei dieser Besichtigung waren viele hochkarätige Experten und Planer aus ganz Österreich anwesend.



- **„Internationale Tage des Passivhauses“**, Exkursion, Pettenbach 11.11.2006



Bei dieser Exkursion waren neben Bauinteressenten aus Oberösterreich vor allem eine internationale 30 köpfige Delegation mit Teilnehmern aus Frankreich, USA, Schweiz, Finnland, Dänemark, Belgien, Italien, Russland, Lettland, Rumänien, Bulgarien, Slowakei, Tschechien, Slowenien, Kroatien und Mazedonien von der Vorreiterrolle Österreichs auf diesem Sektor beeindruckt.

- **1. Tiroler Passivhausforum**, Kufstein 14.01.2006
- **Passivhaus Haustechniktagung** im WIFI, Linz 25.01.2006
- **2. Zukunftssymposium Energie**, Wien 27.01.2006

- **ORF-Bühnenauftritte Messe „Bauen & Wohnen“**, Salzburg 16.-19.02.06



Auch am Stand in Salzburg durfte das Modell und die Präsentationsposters vom Pilotprojekt in Pettenbach nicht fehlen.

- **ORF Beitrag in €CO** 09.03.2006  
Für die Sendung €CO wurde von der Redakteurin Frau Ingrid Greisenegger ein ausführlicher Beitrag zum Thema Passivhaus gestaltet. Dabei war dieses Demonstrationsprojekt eines der drei Hauptberichtsteile.





Bei der Sonderausstellung der IG Passivhaus Österreich war der Sanierung zum Passivhaus breiter Raum gewidmet. Dementsprechende Aufmerksamkeit fand dies neben den Messebesuchern auch bei allen politischen Vertretern.



Besuch vom Grünen Parlaments- und Landtagsclub. Dr. Alexander van der Bellen und Rudi Anschober widmeten besonders viel Aufmerksamkeit diesem Thema.



Die Delegation der SPÖ unter Dr. Alfred Gusenbauer bei der Diskussion über die Potentiale nachhaltiger Arbeitsplätze durch Sanierung auf Passivhausstandard.



Wohnbau Landesrat Dr. Hermann Kepplinger gratuliert dem Bauherrn Schwarz.

Vorgestellt wurde das Demonstrationsprojekt auch der ÖVP Delegation unter Umweltminister Josef Pröll und Landeshauptmann Dr. Josef Pühringer. Leider sind davon keine Bilder verfügbar.

- **Exkursion mit Franzosen und Tschechen**, Pettenbach

11.04.2006



Drei Bauherrenpaare holten sich reichliche Inspirationen für ihre Passivhaus Projekte in Paris, Westfrankreich und Tschechien.

- „Tag der Sonne“ Gemeindetag, Gablitz 06.05.2006
- Internationaler Vortrag in Riga, Latvia 17.05.2006
- 1. Slowakische Passivhaustagung, Bratislava 15.06.2006

Als Multiplikatoren wurden meistens diverse Verbände und Vereine eingebunden: IG Passivhaus Österreich, Architekturforum, Möbel- und Holzbau Cluster, BauAkademie, Wirtschaftskammer, Banken, Messeleitungen, etc.

Zielgruppen waren die gesamte Bauwirtschaft, sowie öffentliche Stellen und Sanierungs- Interessenten. Ebenso konnten viele internationale Teilnehmer von diesem Demonstrationsprojekt überzeugt werden.

### 7.1.1 **Öffentlichkeitsarbeit**

Zum optimalen Informationstransfer wurden die Innovationen des Bauvorhabens bereits unzählige Male in Tages- und Fachmedien publiziert. Ebenso auf diversen Webseiten.

**Tagesmedien (Auszug):** Salzburger Nachrichten, OÖ Nachrichten, Presse, OÖ Rundschau, Sonntags Rundschau, Kronenzeitung, Österreichische Bauernzeitung, Cluster Journal

**Fachmagazine / Bücher (Auszug):** Forschungsbericht „Haus der Zukunft“ (BMVIT), Baumagazin, Mikado (D), IBO Magazin, „Zukunft Bauen – Altbauten fitmachen für Morgen“ von Bernhard Kolb, Block Verlag, (D), Der Wohnbau 2005 (OÖ Wohnbaufibel), „Das Passivhaus – Planungs-, Bau- und Kalkulationsgrundlagen“ 3. Auflage, (LANG consulting)

Ingesamt wurde in die Fachmedien und Tageszeitungen während der zwei Jahre laufend über das Demonstrationsprojekt in rund einhundert Berichten sehr ausführlich berichtet. Die uns bekannten Veröffentlichungen wurden alle auf einer CD-ROM zusammengefasst.

## 7.1.2 Auszeichnung



### 7.1.2.1 Oberösterreichischer Holzbaupreis 2005



Im Rahmen der Rieder Messe wurde zum 2. Mal der OÖ. Holzbaupreis verliehen. In der Kategorie „Energieeffiziente Bauweise“ errang das Demonstrationsprojekt „Erste Altbausanierung in Passivhausstandard“ den Sonderpreis.



### 7.1.2.2 Nominierung Energy Globe Vienna



### 7.1.2.3 Oberösterreichischer Landespreis für Umwelt und Natur

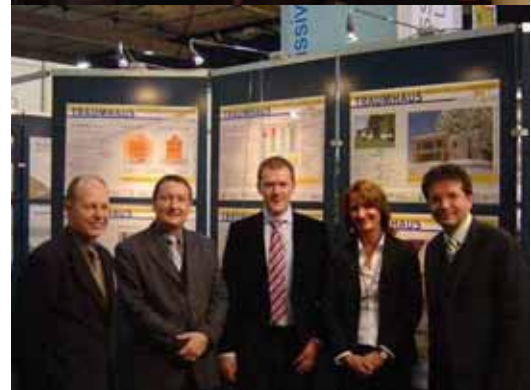
Preisverleihung im Landhaus  
in Linz am 15.02.2006



#### 7.1.2.4 Energiegenie der Installateure



Die Firma Schloßgangl GesmbH & Co KG hat am 02.03.2006 in Wels mit dem eingereichten Demonstrationsprojekt den „Energiegenie der Installateure“ gewonnen. Beim Projekt haben die Sieger die gesamte Heizung – Lüftung – Sanitärarbeiten zur vollsten Zufriedenheit ausgeführt.



#### 7.1.2.5 klima:aktiv haus Staatspreis

Für diesen Staatspreis wurde das Demonstrationsprojekt ebenfalls eingereicht. Zum Zeitpunkt der Endberichtsabgabe lief noch der Wettbewerb.

Das Projekt wurde bereits nach den neuen klima:aktiv passivhaus Kriterien gemäß dem Kriterienkatalog berechnet und erreicht hervorragende 970 Punkte von max. 1000 möglichen Punkten.

### 7.1.3 Webauftritt in der Passivhaus Objektdatenbank

Unter folgenden Webadressen ist das Demonstrationsprojekt detailliert dokumentiert:

[www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at)

„Haus der Zukunft“

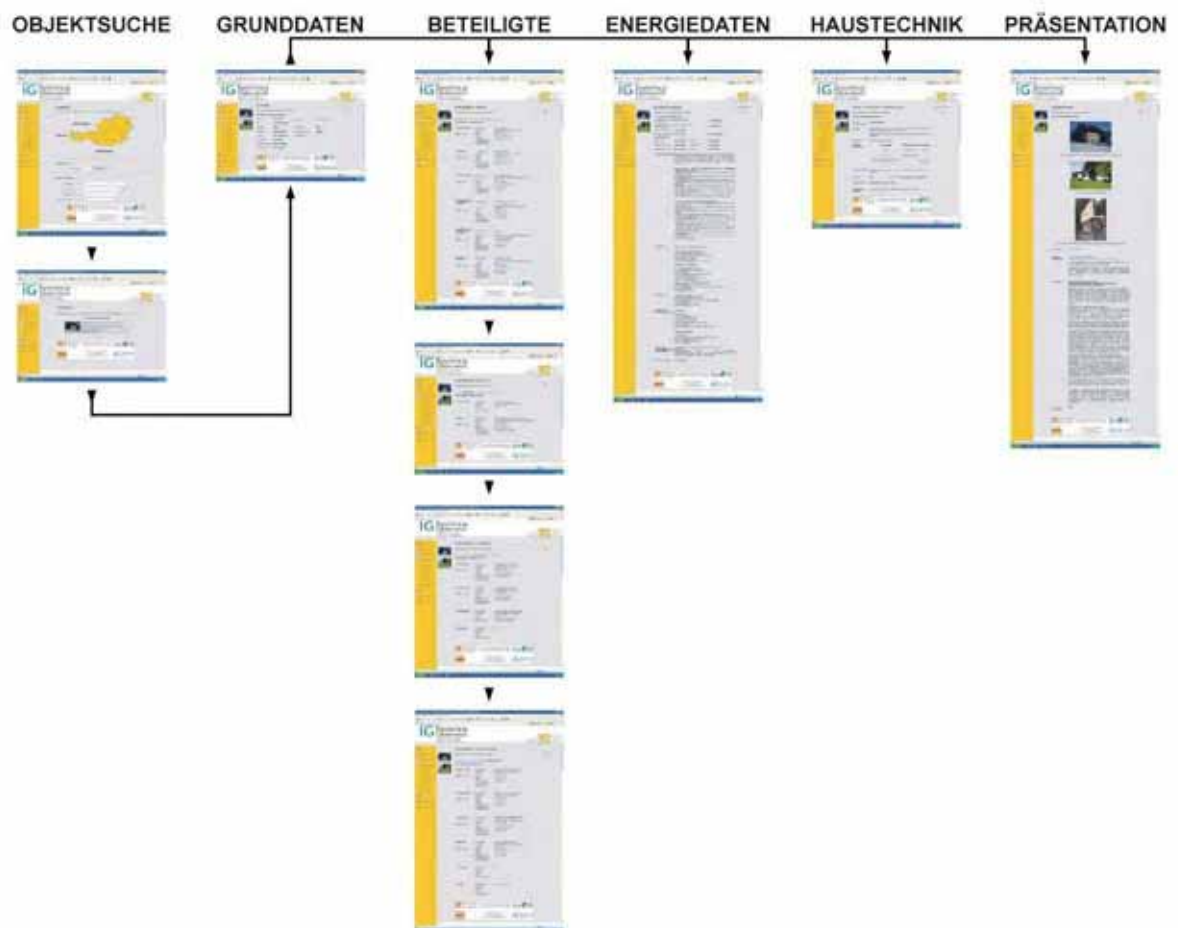
[www.igpassivhaus.at](http://www.igpassivhaus.at)

IG Passivhaus Österreich

[www.passivehouse.at](http://www.passivehouse.at)

Das ökologische Passivhaus

Übersicht der Dokumentationsgestaltung und Auffindung:





Detailblätter aus der Passivhaus Objektdatenbank www.igpassivhaus.at:

Adresse <http://www.igpassivhaus.at> Wechsell zu Links icq

# IG Passivhaus Österreich

Netzwerk für Information, Qualität und Weiterbildung



Ziele

News / Infos

Pressespiegel

Passiv - Objekte

- Objektsuche
- Statistiken
- Passivhäuser
- Exkursionen

Links

Öffentl. Forum

Mitgliederforum

## Suchergebnis

Sortiere nach: [Stadt](#) | [Land](#) | [PLZ](#) | [Nutzfläche](#) | [Baujahr](#) | [Dokumentationsfolge](#) | [Reihung umkehren](#)

**Es wurde 1 Objekt gefunden**



**Pettenbach, EFH Schwarz, 4643, Oberösterreich**

Objekttyp: Einfamilienhaus; Altbausanierung 2004  
 Konstruktionsweise: Mischbau  
 Nutzfläche: 205.00 m<sup>2</sup>

[zurück](#)



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie





Ein Kooperationsprojekt der Österreichweiten IG Passivhaus Organisationen



Adresse <http://www.igpassivhaus.at> Wechsell zu Links icq

# IG Passivhaus Österreich

Netzwerk für Information, Qualität und Weiterbildung



Ziele

News / Infos

Pressespiegel

Passiv - Objekte

- Objektsuche
- Grunddaten
- Beteiligte
- Energiedaten
- Haustechnik
- Ökon. Daten
- Präsentation
- Statistiken
- Passivhäuser
- Exkursionen

Links

Öffentl. Forum

Mitgliederforum

## Grunddaten

[Information](#)



Altbausanierung mit Passivhauskomponenten

**EFH Schwarz, Pettenbach, 4643**

Staat:	<b>Österreich</b>	Bundesland:	<b>Oberösterreich</b>
Ort:	<b>4643, Pettenbach</b>		
Baubeginn:	<b>2004</b>	Bewohnt seit:	<b>2005</b>
Objekttyp:	<b>Einfamilienhaus</b>	Konstruktionsweise:	<b>Mischbau</b>
Bautyp:	<b>Altbausanierung</b>	Wohneinheiten:	<b>1</b>
Nutzfläche:	<b>205.00 m<sup>2</sup></b>		
Architekt / Planer:	<b>Lang Consulting</b>		
Objektname:	<b>EFH Schwarz</b>		



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie





Ein Kooperationsprojekt der Österreichweiten IG Passivhaus Organisationen





- Ziele
- News / Infos
- Passivpiegel
- Passiv - Objekte
  - Objektsuche
  - Grunddaten
  - Beteiligte
  - Energiedaten
  - Haustechnik
  - Ökon. Daten
  - Präsentation
  - Statistiken
  - Passivhäuser
  - Exkursionen
- Links
- Offentl. Forum
- Mitgliederforum



## Projektbeteiligte - Planung

Altbausanierung mit Passivhauskomponenten



Planung | Ausführung | Haustechnik | Baukomponenten

**EFH Schwarz, Pettenbach, 4643**

**Architekt / Planer :** **Firmenname:** Lang Consulting  
**Anschrift:** Linzerstraße 280/6 , 1140 Wien  
**Telefon:** 01-9111929  
**Email:** [guenter.lang@gmx.at](mailto:guenter.lang@gmx.at)  
**Website:** [www.passivehouse.at](http://www.passivehouse.at)  
**Ansprechperson:** Günter Lang  
**Objektbezogene Ansprechperson:** Günter Lang

**Konsulent :** **Firmenname:** Lang Consulting  
**Anschrift:** Linzerstraße 280/6 , 1140 Wien  
**Telefon:** 01-9111929  
**Email:** [guenter.lang@gmx.at](mailto:guenter.lang@gmx.at)  
**Website:** [www.passivehouse.at](http://www.passivehouse.at)  
**Ansprechperson:** Günter Lang  
**Objektbezogene Ansprechperson:** Günter Lang

**Bauphysik PHPP :** **Firmenname:** Planungsteam E-Plus  
**Anschrift:** Impulszentrum Bregenzerwald 1135 , 6863 Egg  
**Telefon:** 05512/26068-0  
**Email:** [planungsteam@e-plus.at](mailto:planungsteam@e-plus.at)  
**Website:** [www.e-plus.at](http://www.e-plus.at)  
**Ansprechperson:** Bernd Krauss  
**Objektbezogene Ansprechperson:** Bernd Krauss

**Qualitätssicherung Luftdichtheitsmessung :** **Firmenname:** Isocell Vertriebs Ges.m.b.H  
**Anschrift:** Bahnhofstraße 36 , 5202 Neumarkt / Wallersee  
**Telefon:** 06216-4108  
**Email:** [office@isocell.at](mailto:office@isocell.at)  
**Website:** [www.isocell.at](http://www.isocell.at)  
**Ansprechperson:** Anton Spitaler  
**Objektbezogene Ansprechperson:** Anton Spitaler

**Qualitätssicherung Thermographie-messung :** **Firmenname:** TB-Panic  
**Anschrift:** Blindenmarkt 7 , 4600 Schleißheim bei Wels  
**Telefon:** +43/ (0)7242/ 206996  
**Email:** [office@tb-panic.at](mailto:office@tb-panic.at)  
**Website:** [www.tb-panic.at](http://www.tb-panic.at)  
**Ansprechperson:** Emanuel Panic  
**Objektbezogene Ansprechperson:** Emanuel Panic

**Haustechnik / Planung :** **Firmenname:** Planungsteam E-Plus  
**Anschrift:** Impulszentrum Bregenzerwald 1135 , 6863 Egg  
**Telefon:** 05512/26068-0  
**Email:** [planungsteam@e-plus.at](mailto:planungsteam@e-plus.at)  
**Website:** [www.e-plus.at](http://www.e-plus.at)  
**Ansprechperson:** Bernd Krauss  
**Objektbezogene Ansprechperson:** Bernd Krauss



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



Ein Kooperationsprojekt der Österreichweiten IG Passivhaus Organisationen



Adresse <http://www.igpassivhaus.at> Wechoen zu Links icq

# IG Passivhaus Österreich

Netzwerk für Information, Qualität und Weiterbildung



Ziele

News / Infos

Pressepiegel

Passiv - Objekte

- Objektsuche
- Grunddaten
- Beteiligte
- Energiedaten
- Haustechnik
- Ökon. Daten
- Präsentation
- Statistiken
- Passivhäuser
- Exkursionen

Links

Öffentl. Forum

Mitgliederforum

## Projektbeteiligte - Ausführung

Altbauanierung mit Passivhauskomponenten 

Planung | Ausführung | Haustechnik | Baukomponenten

**EFH Schwarz, Pettenbach, 4643**

**Bauunternehmen :**

Firmenname:	Sodian Bau GesmbH
Anschrift:	4655 Vorchdorf, Frischböckau 4B
Telefon:	07614-7777-0
Email:	
Ansprechperson:	

**Holzbau :**

Firmenname:	Obermayr Holzkonstruktionen GesmbH
Anschrift:	Johann-Pabst-Straße20 , 4690 Schwanenstadt
Telefon:	07673-2257-0
Email:	<a href="mailto:office@obermayr.at">office@obermayr.at</a>
Website:	<a href="http://www.obermayr.at">www.obermayr.at</a>
Ansprechperson:	Hans Christian Obermayr
Objektbezogene Ansprechperson:	



Adresse <http://www.igpassivhaus.at> Wechoen zu Links icq

# IG Passivhaus Österreich

Netzwerk für Information, Qualität und Weiterbildung



Ziele

News / Infos

Pressepiegel

Passiv - Objekte

- Objektsuche
- Grunddaten
- Beteiligte
- Energiedaten
- Haustechnik
- Ökon. Daten
- Präsentation
- Statistiken
- Passivhäuser
- Exkursionen

Links

Öffentl. Forum

Mitgliederforum

## Projektbeteiligte - Haustechnik

Altbauanierung mit Passivhauskomponenten 

Planung | Ausführung | Haustechnik | Baukomponenten

**EFH Schwarz, Pettenbach, 4643**

**Lüftungstechnik :**

Firmenname:	Schloßgangl GmbH & Co KG
Anschrift:	Im Stadgut A3 , 4407 Steyr
Telefon:	07252-52161-0
Email:	<a href="mailto:office@schlossgangl.at">office@schlossgangl.at</a>
Website:	<a href="http://www.schlossgangl.at">www.schlossgangl.at</a>
Ansprechperson:	Doris Schloßgangl
Objektbezogene Ansprechperson:	

**Sanitärtechnik :**

Firmenname:	Schloßgangl GmbH & Co KG
Anschrift:	Im Stadgut A3 , 4407 Steyr
Telefon:	07252-52161-0
Email:	<a href="mailto:office@schlossgangl.at">office@schlossgangl.at</a>
Website:	<a href="http://www.schlossgangl.at">www.schlossgangl.at</a>
Ansprechperson:	Doris Schloßgangl
Objektbezogene Ansprechperson:	

**Solartechnik :**

Firmenname:	Ertex Solar GmbH
Anschrift:	3300 Amstetten, Franz Kollmannstr. 3
Telefon:	07472-62 700
Email:	<a href="mailto:info@ertex-solar.at">info@ertex-solar.at</a>
Ansprechperson:	Marin Aichinger





Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie





Ein Kooperationsprojekt der Österreichischen IG Passivhaus Organisationen





- Ziele
- News / Infos
- Pressepiegel
- Passiv - Objekte
  - Objektsuche
  - Grunddaten
  - Beteiligte
  - Energiedaten
  - Haustechnik
  - Ökoph. Daten
  - Präsentation
  - Statistiken
  - Passivhäuser
  - Exkursionen
- Links
- Öffentl. Forum
- Mitgliederforum

## Projektbeteiligte - Baukomponenten

Altbausanierung mit Passivhauskomponenten



Planung | Ausführung | Haustechnik | **Baukomponenten**

**EFH Schwarz, Pettenbach, 4643**



**Fenster / Türen :** Firmennamen: Josko Fenster und Türen GmbH  
 Anschrift: Rasdorf 26 , 4794 Kopfling  
 Telefon: 07763-2241-0  
 Email: [office@josko.at](mailto:office@josko.at)  
 Website: [www.josko.at](http://www.josko.at)  
 Ansprechperson: Franz Braid  
 Objektbezogene Ansprechperson:

**Fixverglasungen :** Firmennamen: Josko Fenster und Türen GmbH  
 Anschrift: Rasdorf 26 , 4794 Kopfling  
 Telefon: 07763-2241-0  
 Email: [office@josko.at](mailto:office@josko.at)  
 Website: [www.josko.at](http://www.josko.at)  
 Ansprechperson: Franz Braid  
 Objektbezogene Ansprechperson:

**Lüftungsgerät :** Firmennamen: drexel und weiss energieeffiziente haustechniksysteme gmbh  
 Anschrift: Kennelbacherstr. 36 , 6900 Bregenz  
 Telefon: 05574/47895-0  
 Email: [c.drexel@drexel-weiss.at](mailto:c.drexel@drexel-weiss.at)  
 Website: [www.drexel-weiss.at](http://www.drexel-weiss.at)  
 Ansprechperson: Christof Drexel  
 Objektbezogene Ansprechperson:

**Dämmstoffe :** Firmennamen: Isocell Vertriebs Ges.m.b.H.  
 Anschrift: Bahnhofstraße 36 , 5202 Neumarkt / Wallersee  
 Telefon: 06216-4108  
 Email: [office@isocell.at](mailto:office@isocell.at)  
 Website: [www.isocell.at](http://www.isocell.at)  
 Ansprechperson: Anton Spitaler  
 Objektbezogene Ansprechperson:

**Solarsysteme :** Firmennamen: Ertex Solar GmbH  
 Anschrift: 3300 Amstetten, Franz Kollmannstr. 3  
 Telefon: 07472-62 700  
 Email: [info@ertex-solar.at](mailto:info@ertex-solar.at)  
 Ansprechperson: Martin Aichinger

**Sonstige :** Firmennamen: BASF AG - Styrodur C  
 Anschrift:  
 Telefon:  
 Email:  
 Ansprechperson:



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



Ein Kooperationsprojekt der Österreichweiten IG Passivhaus Organisationen





**Energetische Kenndaten**



Altbausanierung mit Passivhauskomponenten

**EFH Schwarz, Pettenbach, 4643**

Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) gemäß PHPP:	<b>14,00 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Energiekennzahl HWB gemäß Energieausweis Oberstreich:	<b>7,00 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
Heizlast nach PHPP:	<b>12,10 W/m<sup>2</sup></b>		
Energiekennzahl HWB vor Sanierung:	<b>200,00 kWh/m<sup>2</sup>a</b>		
<b>Bauteil U-Werte:</b>			
Außenwand:	<b>0,10 W/m<sup>2</sup>K</b>	Dach:	<b>0,09 W/m<sup>2</sup>K</b>
Kellerdecke/Boden:	<b>0,13 W/m<sup>2</sup>K</b>	Verglasung:	<b>0,60 W/m<sup>2</sup>K</b>
Gesamtdenster U <sub>w</sub> :	<b>0,77 W/m<sup>2</sup>K</b>	Gemäß:	<b>PHI Zertifikat</b>

**Gebäudebeschreibung:** Österreichweit erste Sanierung eines Altbaus auf Passivhausstandard, welcher im Rahmen der Programme „Haus der Zukunft“ durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie als Demonstrationsprojekt unterstützt wird, und das enorme Einsparungspotential von 95% des Energieverbrauches für Raumwärme aufzeigt.

- Einsatz mehrerer System-Neuentwicklungen für ein nachhaltiges Sanierung zum Passivhaus:**
- Bestandsaufnahme mit Laserscanning zur präzisen Vermessung und dreier CAD-Planung
  - Vorgefertigte geschobene Holz-Wandelemente in Passivhausqualität mit Spezialanfertigung
  - Bereich Kellerdecke minimaler Fußbodenaufbau mit Vakuumdämmung
  - Passivhaustaugliche Schirmdämmung zur Minimierung der Wärmebrücke Mauerwerk
  - Erdkolektor entlang der Senkgrube zur Nutzung der Abwärme - mit Messsonden
  - Be- und Entlüftungscompactgerät mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung u. Wärmepumpe
  - Abdeckung Restwärmebedarf durch 2,6 kWp Fassaden integrierte Photovoltaikpaneele
  - Umbau eines 60-iger Jahr Baustils zu modernen Architekturbeispiel

- Erwartete Ergebnisse des Demonstrationsprojektes:**
- Vor Sanierung für 97 m<sup>2</sup> WNF Energiebedarf f. Raumwärme 27.100 kWh/a mit Flüssiggas
  - Nach Sanierung für 204 m<sup>2</sup> WNF Energiebedarf f. Raumwärme 2.270 kWh/a mit 3,3 kWp PV
  - Reduktion Heizwärmebedarf um 95 % von ca. 200 kWh/m<sup>2</sup>a auf 14,0 kWh/m<sup>2</sup>a
  - Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Raumwärme um 100%
  - Trotz max. Dämmstandard Reduktion Ressourcenverbrauch mit nachwachsenden Rohstoffen
  - 3 Tage Montagezeit für gesamte Gebäudenhülle inkl. Fenster und Aufputz
  - Qualitätssteigerung Sanierung durch höchsten Vorfertigungsgrad (Luftdichtheit n50 von 5,1 auf max. 0,8)
  - Erhebliche Steigerung des Wohnkomfort gegenüber konventionell sanierten Objekten (PHILISCHENBERGER, 2011) - ZUMMER (2011) - BÄRBERG - Effekt durch „falsches Lüften“
  - Behagliches Raumklima durch umfassend warme Gebäudehülle im Gebäudebestand
  - Innovationsimpulse für österr. Wirtschaft durch Sanierung mit Passivhauskomponenten

<b>Wandaufbau:</b>	<b>Außenwand - Thermische Sanierung</b> 1,5 cm Kalk-Zement-Innenputz 25,0 cm Holzspanbetondeckungstein 2,5 cm Kalk-Zement-Außenputz 35,5 cm Zellulosefaser zw. Holzriegelständern 1,6 cm AGEpan DWD-Platte 4,5 cm Hinterlüftungsebene 3,0 cm Horizontale Lärmschutzschalung <b>Außenwand - Aufstärkung</b> 2,5 cm Gipskartonplatte 2-Lagig 12,0 cm Mineralwolle zw. Holztafel 1,6 cm OSB-Platte 36,0 cm Zellulosefaser zw. Holzriegelständern 1,6 cm AGEpan DWD-Platte 4,0 cm Hinterlüftung zw. Modulen 0,1 cm Planum-Metallfassade <b>Sockel- und horizontale Schirmdämmung:</b> 0,5 cm Sockelputz 24,0 cm doppelte Styrodur XPS-Dämmung CO2 geschäumt 0,5 cm Bitumenkleber Bestehende Fundament
<b>Decke/Dach:</b>	5,0 cm Oberbündel 9,0 cm Hinterlüftung zw. Holztafel 1,5 cm AGEpan DWD-Platte 44,0 cm Zellulosefaser zw. versetzten Holzriegelträger 1,6 cm OSB-Platte 4,0 cm Mineralwolle zw. Latten 1,3 cm Gipskartonplatte
<b>Kellerdecke bzw. Decke gegen Erdreich:</b>	<b>Kellerdecke</b> 1,6 cm Parkett 5,0 cm Zementestrich 6,0 cm expandiertes Polystyrol 1,0 cm Holz-Wechsauplatte 2,0 cm Vakuumdämmplatte 0,3 cm Schaumölle 1,0 cm Nivelliermasse 20,0 cm Stahlbeton 3,0 cm Kellerdecken-Dämmplatte (Tektalon E-31) <b>Decke gegen Erdreich</b> 1,6 cm Parkett 2,2 cm 2 Lagen OSB-Platten stoßversetzt verklebt 32,0 cm Zellulosefaser zw. TII-Träger 0,3 cm Feuchtheitsdämmung 15,0 cm Stahlbeton
<b>Fenster Typ, g-Wert, Abstandhalter, Einbausituation:</b>	Passivhausfenster Holz-Alu Jasko Passiv ECO mit Korkkern, g-Wert 51% Wärmebrückenreifer Einbau in der vorgefertigten Holzrahmenkonstruktion, welche für das bestehende Mauerwerk gehängt wurde. Außen Fensterstock überdämmt.
<b>Gebäude Zertifikat:</b>	<b>Kein Zertifikat</b>



- Ziele
- News / Infos
- Passivpiegel
- Passiv - Objekte
  - Objektsuche
  - Grunddaten
  - Details
  - Energiebilanz
  - Heiztechnik
  - Ökon. Daten
  - Präsentable
  - Statistik
  - Passivhäuser
  - Exkursionen
- Links
- Öffentl. Forum
- Mitgliederforum

## Lüftung / Warmwasser / Energieversorgung

>>> [Information](#) <<<



Altbausanierung mit Passivhauskomponenten

**EFH Schwarz, Pettenbach, 4643**



Art des Lüftungssystems: **Kompaktaggregat**

**Lüftung:** Komfortlüftung Aerosmart L mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung, Kleinwärmepumpe und Nachheizelement

Erdsollektor: DN 200mm 25m lang erdang der Senkgrube zur Nutzung der Abwärme

Erdsollektor: Erdreichwärmetauscher **Ja**

Energieversorgung:	Wärmequelle		Wärmeerzeugung Wärmeabgabe	
	Abluft		Wärmepumpe	Zuluft
	Solar		Fotovoltaik-Paneel	
	Strom als Zusatzheizung für RW od. WW			E-Heizfläche

**Zusatzinformation:** Warmwassererzeugung über das Kompaktlüftungsgerät, 200 L WW-Speicher

Notkamin: **Nein** Keller: **Ja, außerhalb der Passivhaushülle**

Stiegenabgang: **innerhalb der Passivhaushülle**

**Ökologische Aspekte:** Thermische Altbausanierung mit nachwachsenden Rohstoffen.



Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



Ein Kooperationsprojekt der Österreichischen IG Passivhaus Organisationen



- Home
- News / Info
- Leistungen
- Projekt - Objekte
  - Wohnbau
  - Gewerbe
  - Bildung
  - Industrie
  - Kultur, Sport
  - Gesundheit
  - Verkehr
  - Energie
- Über uns
- Dienstleistungen
- Angabenblätter

**Objektpräsentation**

Abbauserieung mit Passivhauskomponenten



EFH Schwarz, Pettenbach, 3643



Bild 1: Südwestansicht nach der thematischen Sanierung während Bauhöhe



Bild 2: Arbeitsfeld vor Sanierungstätigen



Bild 3: Beginn der Montage der vorgefertigten Holzelemente als Themenhülle

<b>Faktensicht:</b>	UMG consulting
<b>Objektaus- zeichnungen:</b>	<p>Um die "Haus der Zukunft" zum Fortschrittsort einer Einfamilien-Passivhaus in ÖBB zu umsetzen.</p> <p>Umsetzung des Passivhausstandards und Komfort in der Abbauserieung von Einfamilienhäusern am Beispiel EFH Pettenbach.</p> <p>Österreichweit erste Abbauserieung eines EFH auf passivhausstandard, Demonstrationsort in Pettenbach / ÖB für höchsten Wohnkomfort durch - Sanierung mit - hohem - verfertigungsgrad, - vorgefertigten Holzbauelementen, -de, - Vakuumdämmung, optimiertes Lüftungssystem und PV-Fassaden.</p>
<b>Pressearbeit:</b>	<p><b>Preisauszeichnung vom 10.01.05:</b> <b>Holzbauelemente revolutioniert nachhaltiger Abbauserieung im Passivhausstandard</b></p> <p>Immerhin zufolge wird bereits im Jahr 2008 jeder vierte Neubau in Passivhausweise entstehen. Die Umsetzung des Passivhausstandards in der Abbauserieung ist jedoch erst am Beginn seiner Entwicklung. Mit einer - Modernisierung der Wohnaufwertung und den ersten drei Abbauserieungen in Österreich, im Passivhausstandard sollen Bereiche geschaffen werden weitere Objekte in diesem Baustandard zu errichten oder zu sanieren. Damit wurde man den zukünftigen Standards an Wohnkomfort und den ökologischen Herausforderungen gerecht werden.</p> <p><b>Gründer Beitrag zur Erreichung der Klimaziele</b> In Österreich in Österreich sind 700.000 Fremdwohn sehr schlechter Heizungsanlagen aus den 50 - 60-iger Jahre, für eine erfolgreiche Klimaziele ist es daher notwendig, vermehrt energetische Verbesserungen bei bestehenden - Gebäuden zu erreichen. Die vorgefertigten Bauelemente sind die für bestehenden Gebäuden und bereits häufig eingesetzten Technologien im Passivhausstandard.</p> <p>Die zukünftige Verbesserung von nachhaltigen Sanierungen, gemäß dem ersten drei Demonstrationprojekten in Österreich, können mehr als 4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Einsparung im Gebäudebereich bringen und damit einen noch wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten.</p> <p>Der Marktanteil des Holzbaus im Passivhausstandard beträgt rund 70%. Die Holzbauelemente hat durch seine hochwertige Ausführungsgüte bei Passivhaus - Neubauten bereits einen Marktanteil von rund 70%. Aufbauten auf diesen umfangreichen Erfahrungen kann dieser Know-how Vorrang jetzt auch in der Abbauserieung umfänglich werden. Einhalt wird nur bei in Österreich am Beispiel auf Passivhausstandard sanieren, werden im Rahmen der Programmatik "Haus der Zukunft" durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie als Demonstrationsprojekt unterstützt wird, und das enorme Einsparungspotential von 50% des Energieverbrauchs für Raumwärme aufweist, am Beispiel der Sanierung eines Einfamilienhauses in Pettenbach können dabei die Vorteile des Baustoffes Holz Holz zu Geltung (Leistung Holzbau Fa. Obermaier Holzbauelemente GmbH).</p> <p><b>Holz ist ein nachwachsender, ressourcenschonender Baustoff</b> Die verstärkte Nutzung von Holz im Bauwesen ist eine der effektivsten Maßnahmen zum Klimaschutz und spielt auch in der Nachhaltigkeitsstrategie eine zentrale Rolle. Mit den vorgefertigten Holzelementen 45 m<sup>2</sup> Boden-Wandelementen, welche vor die bestehende Fassade gebracht werden, erhält das alte Gebäude binnen 2 - 3 Tagen eine passivhausgerechte Themenhülle samt eingebauten Fenstern und fertiger Fassade. Die isolierte Wärmedämmung und Luftdichtheit, sowie ein ausgeprägter Feuchtheitsaustausch führen zu angenehmer Wohn- und Arbeitsatmosphäre. Vor allem können sich die Kaufkraft aber auch über eine völlig neue zeitgenössische und anspruchsvolle Architektur eines sanierten Hauses entfalten.</p> <p>Eine effektive Steigerung des Wohnkomfort, gegenüber konventionell sanierten Gebäuden bietet auch die komfortable und fröhliche mit hochwertiger Wärmedämmung, welche permanent frische Luft in allen Räumen und betrieblige Wohnqualität wie in einem Neubau garantiert.</p>

„Fremdwohn - Von Altbau zum Passivhaus“ Tagsebene auf die Energieparade auf der Energieparade in Wien von 2. bis 3. März 2005 wird die 10 Passivhaus Österreich durch den thematischen Punkt „Haus der Zukunft“ am Beispiel des Passivhaus in der Holzbauelementen dabei erfahren die Besucher alle wichtigen Informationen über Qualitätsicherung, Energieeffizienz und Fortentwicklung von der konventionellen Sanierung bis hin zum Passivhaus.

## 7.2 Kleines Passivhauslexikon

### **Abluft**

Aus einem Raum oder Gebäude abgesaugte Luft

Bemerkung: Wird oft zwecks Wärmerückgewinnung zuerst durch einen Wärmetauscher geleitet und gelangt dann als Fortluft ins Freie

### **Abluftdurchlass, Abluftöffnung**

Lüftungstechnisches Bauteil oder Öffnung in einer Wand oder in einem Kanal zwecks Abtransports von Raumluft.

Bemerkung: Gemäß Schallschutz, Brandschutz, Lüftungstechnischen Erfordernissen etc. auszuliegen. Bei größeren Luftmengen oft „Abluftgitter“, bei kleineren Luftmengen „Ablufttellerventile“

### **Abluftanlage, Abluftsystem**

Lüftungssystem, bei dem Abluft aus einem oder mehreren Räumen abgesaugt wird, die Zuluft strömt über zufällige oder speziell vorgesehene Fassadenöffnungen nach.

Bemerkung: Eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft kann über Wärmetauscher und Wärmepumpe erfolgen.

### **Abluftkamin zu natürlichen Lüftung**

Kamin bzw. Schacht in welchem die Abluft durch thermischen Auftrieb aus dem Gebäude geleitet wird.

Bemerkung: Dient gegebenenfalls auch zur Ansaugung der Zuluft z.B. über die Fassade.

### **Außenluft**

Zu Lüftungszwecken von der Umgebung entnommene Luft mit „Außenluftqualität“ je nach Außenluftansaugung

### **Automatisierte Fensterlüftung**

Lüftung über motorisch betätigte Fenster

### **A/V-Verhältnis**

Die Kompaktheit des Gebäudes wird durch das Verhältnis der einhüllenden Gebäudeoberfläche  $A$  [m<sup>2</sup>] zu dem umbauten Volumen  $V$  [m<sup>3</sup>] definiert. Ein kompaktes Gebäude hat ein möglichst kleines A/V-Verhältnis und mithin eine möglichst kleine Oberfläche, über die Wärme an die Umgebung abgegeben wird. Ein kompaktes Gebäude ist damit auch kostengünstig zu realisieren, denn die bauliche Hülle macht einen großen Anteil an den Kosten eines Gebäudes aus. Reihenhäuser und Geschosswohnungen haben hier einen geometrischen Vorteil gegenüber frei stehenden Einfamilienhäusern.

### **Baukosten**

[€/m<sup>2</sup>]

Baukosten gemäß ÖNORM B 1801-1

### **Blower Door, „Gebläsetür“**

Meßeinheit zur Messung der Luftdichtigkeit in einem Raum oder in einem Gebäude. Besteht aus einem Ersatztürblatt mit Ventilator, welcher dann einen Unter- oder Überdruck im Raum erzeugt.

### **CO<sub>2</sub> – Konzentration**

Siehe Kohlendioxid

### **Drucktest**

Drucktest mit der 'Blower-Door' (engl. für Gebläsetür), damit wird die luftdichte Hülle eines Gebäudes geprüft.

Mit dem Gebläse wird in der Wohnung ein kleiner Über- bzw. Unterdruck von 50 Pa erzeugt. Gleichzeitig wird der Luftvolumenstrom [m<sup>3</sup>/h] gemessen, der bei dieser Druckdifferenz vom Gebläse gefördert wird.



**Erdwärmetauscher**

Meist als 20 – 35m lange PE – Rohre im Erdreich ausgeführte Zuluftführung. Ein richtig dimensionierter Erdwärmetauscher kann die Frostschutzfunktion erfüllen, er erwärmt die zuströmende kalte Außenluft ohne zusätzlichen Energieverbrauch, so dass der Wärmeüberträger immer frostfrei bleibt.

Bemerkung: Zur Zuluftvorwärmung im Winter und Zuluftkühlung und Entfeuchtung im Sommer. Auch wassergeführte Erdwärmetauscher z.B. über Wasserregister in statisch notwendigen Piloten (Pfähle im Boden) oder unter der Fundamentplatte

**Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HBW)****[kWh/m<sup>2</sup>a]**

Das Passivhaus setzt voraus, dass der Jahresheizwärmebedarf unter 15 kWh/m<sup>2</sup>a liegt. Zur Berechnung des Passivhauses nach den Kriterien des Passivhaus Institutes ist das PHPP zu Grunde zu legen (siehe PHPP).

**Fortluft**

Ins Freie geleitet Luft nach dem Lüftungsgerät bzw. nach der Wärmerückgewinnungseinheit des Lüftungsgerätes.

Bemerkung: Im Winter Fortlufttemperaturen < 0°C möglich, entsprechend gut zu dämmen + Kondensatgefahr zu beachten!

**Freie Lüftung/Kühlung**

Lüftung über die Fenster im Kühlfall, wenn außen kühlere Temperaturen als im Raum

**Frequenzumformer, FU-geregelter Ventilator**

Gemäß Bedarf hinsichtlich Luftmenge dynamisch stetig regelbarer Ventilator

**g-Wert****[%]**

Gesamtenergiedurchlassgrad durch transparente Bauteile nach EN 67507. Der Zielwert soll größer gleich 50% für das Passivhaus sein.

**Haushaltsstrom**

Für Passivhäuser wurde nach eingehender Untersuchung der Einsparpotenziale und Erprobung in Referenzobjekten ein oberer Zielwert für den Haushaltsstromverbrauch von 18 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie bzw. 55 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie empfohlen. Durch die Anschaffung von besonders Energieeffizienten Geräten lassen sich Einsparungen von 50% und mehr in der Praxis gegenüber heutigen Durchschnittsgeräten erzielen. Durch die Installierung einer Photovoltaikanlage kann dieser Strombedarf auch noch ökologisch aus Sonnenenergie selbst erzeugt werden.

**Heizlast****[W/m<sup>2</sup>]**

Ein Passivhaus sollte möglichst eine Heizlast von unter 10 W/m<sup>2</sup> erreichen. Zur Berechnung des Passivhauses nach den Kriterien des Passivhaus Institutes ist das PHPP zu Grunde zu legen (siehe PHPP).

**Kamineffekt**

Vertikale Luft-/Gasbewegungen, die durch thermisch bedingte Dichteunterschiede (thermischen Auftrieb) verursacht werden.

**Klimatisierung, Voll-/Teilklimatisierung**

Unter Vollklimatisierung wird im allgemeinen eine Heizung, Kühlung, Be- und Entfeuchtung über die Lüftung verstanden, meist inklusive Umluftanteil.

Eine Teilklimatisierung erfüllt entsprechend über die Lüftungsanlage nur Teilfunktionen, z.B. Heizen morgens und Kühlen ohne Umluftbetrieb.

**Kohlendioxid**

= CO<sub>2</sub>. Leitgröße für die durch den Menschen an die Raumluft abgegebenen Körpergerüche.

**Komfort-Wohnungslüftung**

Im Passivhaus ist eine Komfort-Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG) aus der Abluft unumgänglich, um die Lüftungswärmeverluste auf ein vertretbares Maß zu reduzieren. Der Wärmebereitstellungsgrad der WRG von mindestens 75% ist der Grenzwert für das Passivhaus.

Die Lüftung darf akustisch nicht stören und muss dauerhaft hygienisch einwandfrei sein. Ein Schallpegel von 25 dB(A) als oberer Grenzwert hat sich in Passivhäusern bewährt.

### **Kompaktaggregat**

Für die Beheizung von Passivhäusern und Wohnungen können sogenannte Kompaktaggregate eingesetzt werden. Diese Geräte heizen die Zuluft und erwärmen das Brauchwarmwasser mit einem integrierten kleinen Wärmeerzeuger, z.B. einer Wärmepumpe. Sie bieten sich für Passivhäuser an, weil die gesamte Haustechnik in einem Gerät vereinigt ist und somit der Installationsaufwand gering ist.

### **Kriterien für das Passivhaus (Neubau und Altbau)**

Heizlast kleiner als  $10 \text{ W/m}^2$  (gerechnet nach PHPP)

Heizwärmebedarf kleiner als  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (gerechnet nach PHPP)

$n_{50} < 0,6$  gemessen

PH-Fenster  $U_w < 0,85 \text{ W/m}^2\text{k}$  (PH-Institut zertifiziert)

U-Glas  $< 0,7 \text{ W/m}^2\text{k}$  gem. deutschen Bundesanzeiger

### **Kriterien für „Altbausanierung mit Passivhauskomponenten“**

Alle Gebäudetypen bzw. -nutzungen

Heizwärmebedarf bis  $30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  gem. PHPP oder  $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  gem. Energieausweis

$n_{50} < 0,6$  gemessen

### **Lüftungseffektivität, Lüftungswirksamkeit**

Maß für die Funktion einer Lüftung hinsichtlich Luftaustausch und Abtransport von Verunreinigungen. Je höher die Lüftungseffizienz eines Lüftungssystems, desto direkter werden Schadstoffe abgeführt bzw. desto geringere Luftwechselzahlen sind für eine ausreichende Belüftung notwendig. Beispiel siehe „Quelllüftung“

### **Lüftungswärmeverlust**

Wärmeverlust durch Zu- respektive Abströmung von Luft aus einem Raum

### **Luftwechselzahl**

Luftstrom der in einen oder mehrere Räume eintritt bzw. diese verlässt dividiert durch das Nettoraumvolumen

Bemerkung: Ein Luftwechsel von 1/h (eins pro Stunde) bedeutet, dass das gesamte Raumluftvolumen innerhalb einer Stunde als Zuluft zu- und als Abluft abgeführt wird. Dies heißt jedoch nicht unbedingt, dass im gesamten Raum die Luft ausgetauscht wurde (siehe Lüftungseffizienz)

### **Mechanische Lüftung**

Lüftung mittels Ventilatoren.

### **Mischlüftung**

Mechanische Lüftung, bei der sich die Zuluft mit der Raumluft vermischt.

### **Modulare Systeme**

Werden Lüftungsgeräte mit WRG mit separaten Heizsystemen kombiniert, spricht man von „Modularen Systemen“.

Dazu bieten sich Erd- oder Grundwasserwärmepumpen, kleine Pellets- bzw. Holzheizungen oder Gas-/Öl-Brennwert-Geräte an. Wegen des sehr geringen Leistungsbedarfs von etwa 1,5 kW für eine typische Wohnung sind die bislang am Markt verfügbaren Geräte für Einfamilienhäuser jedoch meist zu groß dimensioniert. Bei großvolumigen Bauten bieten sich Semi-Zentrale Lösungen an, die mit gängigen Geräten im unteren Leistungsbereich versorgt werden können. In Siedlungen werden oft Nahwärmenetze mit Blockheizkraftwerken realisiert. In jedem Fall sollten die Möglichkeiten am Standort ausgelotet werden und ein auf die konkrete Situation abgestimmtes Energie-Konzept erarbeitet werden.

### **Nachtkühlung**

Nächtliche Raumkühlung z.B. über Fensterlüftung oder nachts aktives Kühlsystem. Zur Abkühlung von Speichermassen und morgens kühlere Raumtemperaturen.

**n<sub>50</sub>-Wert****[1/h]**

Luftvolumenstrom bei einer Druckdifferenz von 50 Pa beim Drucktest, bezogen auf das Nettovolumen des Gebäudes, gibt ein Maß für die Luftdichtheit eines Gebäudes. Als Zielwert für die Luftdichtheit von Passivhäusern sollte man  $n_{50} = 0,3$  1/h anstreben, um den Grenzwert von  $n_{50} = 0,6$  1/h dauerhaft und sicher zu unterschreiten. Wie die zahlreichen gebauten und messtechnisch begleiteten Häuser zeigen, ist dieser Wert bei guter Planung und konsequenter Ausführung von Details bei allen Bauarten gut erreichbar.

**Notlüftung**

Lüftung bei außerordentlichen, selten auftretenden Geruchs- oder Schadstoffemissionen.

**Passivhaus allgemein**

Das Passivhaus steht an der Spitze der Entwicklung nachhaltiger Bauweisen im mitteleuropäischen Klima. Der Schlüssel hierzu ist eine ganz erheblich verbesserte Energieeffizienz. Um diesen Baustandard zu erreichen ist das Zusammenspiel von sehr guter Wärmedämmung, Luftdichtheit, Wärmebrückenfreiheit, Passivhausfenstern und einer Komfortlüftung mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung, Haustechnik mit niedrigen Aufwandszahlen und Strom sparende Geräte nötig.

Damit wird es möglich, Häuser im mitteleuropäischen Klima so zu bauen, dass der verbleibende Heizenergieverbrauch verschwindend gering ist und die Heizung eine funktionale Verbindung mit der Lüftung eingehen kann – mit Synergieeffekten für beide Bereiche, aber vor allem mit einer erheblichen Steigerung der Behaglichkeit und der Bau- und Wohnqualität.

Wie die zahlreichen in dieser Passivhaus Objektdatenbank dokumentierten Beispiele von Passivhäusern zeigen, lässt sich dabei Architektur, Ökologie und Ökonomie gleichermaßen zufriedenstellend berücksichtigen. Außerdem ist der Passivhausstandard in jeder Konstruktionsweise und für jeden Objekttyp und -nutzung möglich.

**PHPP**

Passivhaus Projektierungs Paket, Heizenergiebilanz nach EN 832, mit zusätzlichen Randbedingungen, die speziell auf das Passivhaus zugeschnitten sind. Mit dem PHPP steht dem Planer ein Berechnungsverfahren für Passivhäuser zur Verfügung, mit dem die Energiebilanz und mithin die Funktionstüchtigkeit des entstehenden Passivhauses vom ersten bis zum letzten Planungsschritt verfolgt werden kann. Hier fließen alle energetisch relevanten Information über das entstehende Gebäude zusammen.

**Plattenwärmetauscher**

Wärmetauscher im Lüftungsgerät, bei welchem der Wärmeaustausch zwischen Abluft und Außenluft über Metall- oder Kunststoffplatten funktioniert.

Bemerkung : Doppelplattenwärmetauscher: zwei hintereinander geschaltete Einfachplattenwärmetauscher.

**PMV – Wert**

„Predicted Mean Vote“, Komfortmaßstab für den thermischen Komfort auf einer Bewertungsskala von -3 (kalt) über 0 (neutral) bis +3 (heiss)

**PPD – Wert**

„Percentage of People Dissatisfied“, Komfortmaßstab, zeigt an, wie viele Personen statistisch mit einem bestimmten Klimazustand zufrieden sind.

Bemerkung: PPD ist minimal 5%, auch bei „optimaler“ Klimasituation kann keine vollständige Zufriedenheit aller erreicht werden.

**Primärenergie-Kennwert****[kWh/m<sup>2</sup>a]**

Der Primärenergie-Kennwert für die Summe aller Anwendungen (Heizung, Lüftung, Warmwasser und Haushaltsstrom) soll bei Passivhäusern nicht größer als 120 kWh/m<sup>2</sup>a sein.

 **$\psi_a$** **[W/mK]**

Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient, auf Außenmaße der Bauteile bezogen. Generell sollten konstruktive Wärmebrücken beim Passivhaus soweit wie möglich vermieden oder jedenfalls auf einen vernachlässigbaren Wert begrenzt werden. Das Grundprinzip hierfür

ist das „wärmebrückenfreie Konstruieren“. Als Kriterium hierfür hat sich die Anforderung  $\psi_a$  0,01 W/(mK) bewährt.

**$\Psi_{\text{Einbau}}$**  [W/mK]  
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient, der beim Einbau eines Fensters in die Wand entsteht

**$\Psi_{\text{Glasrand}}$**  [W/mK]  
Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient am Glasrand eines Fensters

### Quelllüftung

Lüftungsart, bei der die Zuluft mit leichter Untertemperatur und geringen Luftgeschwindigkeiten in den Raum eintritt, durch thermischen Auftrieb an den Wärmequellen (i.B. den Personen) aufsteigt.

Bemerkung: Hohe Lüftungseffektivität durch direkte Luftzufuhr an die Verbraucher (Personen) und direkte Abfuhr. Zuluftuntertemperatur notwendig, damit separate Heizkörper nicht in Nähe der Zuluftauslässe und im Sommer Maßnahme für kühlere Zuluft.

### Querlüftung

Lüftungsart, bei der der Raum quer durchlüftet wird, z.B. Zuluft eintritt an der Fassade, Abluftabsaugung gangseitig

Bemerkung: Höhere -> Lüftungseffizienz und bessere Nachtkühlung durch die Lüftung möglich

### Rotationswärmetauscher

Wärmetauscher im Lüftungsgerät, bei welchem der Wärmeaustausch zwischen Abluft und Außenluft über ein rotierendes, wärme- und feuchteübertragendes Material funktioniert.

Bemerkung: Im Unterschied zum -> Plattenwärmetauscher kann hierbei auch die in der Abluft enthaltene Feuchte für die Zuluft genutzt werden.

### Schachtlüftung

Lüftung über thermischen Auftrieb in -> Abluftkaminen

### Speichermasse, thermisch wirksame

Speichermasse der raumumschließenden Oberflächen, welche nicht z.B. über den Innenausbau, Abhängendecke oder Bodenbeläge thermisch vom Raum entkoppelt ist.

Bemerkung: Im 24 h Zyklus sind etwa die ersten 3 bis 5 cm der raumumschließenden Oberflächen thermisch speicherwirksam.

### U-Wert

[W/m<sup>2</sup>K]

Wärmedurchgangskoeffizient eines flächigen Bauteils, berücksichtigt auch regelmäßig vorkommende Wärmebrückenbeiträge, z.B. Holzständerbauweise. Alte Bezeichnung: k-Wert.

Alle U-Werte (ausgenommen Fenster und Türen) müssen einen U-Wert unter 0,15 W/m<sup>2</sup>K im Passivhaus aufweisen. Anzustreben ist ein U-Wert gegen 0,10 W/m<sup>2</sup>K, speziell bei Einfamilienhäusern auf Grund des schlechteren A/V-Verhältnis.

Dadurch unterscheiden sich beim Passivhaus die Wand-Innentemperaturen kaum mehr von der mittleren Raumtemperatur. Es entsteht ein angenehm gleichmäßiges Raumklima ohne kalte Ecken.

### $U_w$ -Wert

[W/m<sup>2</sup>K]

$U_w$  -Wert des Gesamtfensters nach DIN EN 10077 (Window)

Der Grenzwert für ein Passivhausfenster soll  $U_w$  0,80 W/m<sup>2</sup>K nicht überschreiten. Hochwertige Fenster sind für das Passivhaus eine wichtige Voraussetzung. Daher sollten in Passivhäusern möglichst nur vom Passivhaus Institut zertifizierte Fenster zum Einsatz kommen, welche nach der DIN EN 10077 berechnet sind. Durch derzeit unterschiedlich gültigen Normen ist angegeben, welche dem  $U_w$ -Wert zugrunde liegt.

### $U_{w \text{ eingebaut}}$ -Wert

[W/m<sup>2</sup>K]

$U_{w \text{ eingebaut}}$  -Wert des Gesamtfensters nach DIN EN 10077 (Window) im eingebauten Zustand. Der Grenzwert für ein eingebautes Passivhausfenster sollte  $U_{w \text{ eingebaut}}$  0,85 W/m<sup>2</sup>K nicht überschreiten. Die Forderung nach einem U-Wert von weniger als 0,85 W/m<sup>2</sup>K für das Fenster leitet sich von den Anforderungen an die Behaglichkeit und aus der

Energiebilanz des Gebäudes her. Verzichtet man auf einen Heizkörper unter dem Fenster, so muss die mittlere Temperatur an der Innenoberfläche des Fensters auch im Auslegungsfall höher sein als 17 °C. Ansonsten kann es zu einem Kaltluftsee am Boden kommen, so dass ein Aufenthalt in der Nähe der Fenster unbehaglich sein kann.

**U<sub>D</sub> –Wert** [W/m<sup>2</sup>K]

U<sub>D</sub> -Wert einer Tür (Door)

Für Außentüren im Passivhaus sollte der UD-Wert ebenfalls kleiner als 0,8 W/(m<sup>2</sup>K) sein.

**U<sub>f</sub> –Wert** [W/m<sup>2</sup>K]

U<sub>f</sub> -Wert eines Fensterrahmens (engl. frame)

**U<sub>g</sub> –Wert** [W/m<sup>2</sup>K]

U<sub>g</sub> -Wert im Zentrum einer Verglasung, Wärmebrückeneffekte am Glasrand werden darin nicht berücksichtigt. Für die PHPP Berechnung sollte der Ug-Wert nach dem BAZ (Deutschen Bundesanzeiger) angegeben werden. Der Grenzwert für ein Passivhausverglasungen soll Ug 0,70 W/m<sup>2</sup>K nicht überschreiten.

**Überströmöffnung**

Öffnung zur Überströmung von Luft aus einem Raum in einen anderen Raum.

Bemerkung: z.B. Klasse -> Gang oder Gang -> Sanitärbereiche. Auslegung gem. Lüftungstechnischen, akustischen und brandschutztechnischen Erfordernissen.

**Umluftbetrieb**

Betriebsweise einer Lüftung, bei der aus einem oder mehreren Räumen abgeführte Abluft wieder als Zuluft (eventuell mit Außenluftbeimischung) zugeführt wird. Bemerkung: Kritisch hinsichtlich Hygiene insbesondere bei zentralen Lüftungsanlagen. Bei Heizbetrieb über die Lüftung außerhalb von Personenanwesenheit u.U. sinnvoll.

**Warmwasser-Bereitung**

Da für die Heizung nur noch sehr wenig Energie verbraucht wird, wird die Warmwasserbereitung zum bedeutendsten Verbraucher. Durch die Kombination mit thermischen Solarkollektoren können bis zu 60 % der Energie für Warmwasserbereitung mit Sonnenenergie erzeugt werden.

**Wärmebrücken vermeiden**

Die Vermeidung von Wärmebrücken stellt nach den Erfahrungen im Passivhausbau eine der wirtschaftlichsten Effizienzmaßnahmen dar. Auch hier sind der erreichte Schutz der Bausubstanz und die verbesserte Behaglichkeit offensichtlich. In einem wärmebrückenfrei konstruierten Passivhaus gibt es kein Tauwasser oder gar Schimmelbildung an Innenoberflächen mehr.

**Wärmeerzeugung für das Passivhaus**

Auch im Passivhaus muss ein Restwärmebedarf gedeckt werden – es ist kein Nullheizenergiehaus. Es reicht aber aus, den extrem geringen Wärmebedarf durch eine Nacherwärmung der Zuluft, die ohnehin verteilt werden muss, zuzuführen. So kann die Lüftung gleichzeitig auch als Heizwärmeverteilung dienen. Als Wärmeerzeuger stehen im Passivhaus generell mehrere Konzepte zur Verfügung.

**Wärmeleitfähigkeit eines Materials [λ]** [W/mK]

**Wärmerückgewinnung**

Verfahren, um Wärme, die andernfalls als Abwärme wegströmt, zum zweiten Mal zu nutzen. Bemerkung: Z.B. Über Vorbeiströmen der Abluft an der Zuluft im Wärmetauscher des Lüftungsgeräts oder über Wasserwärmetauscherregister in der Abluft möglich.

**Zuluft** Einem oder mehreren Räumen zugeführte Luft.