Passivhaus Objektdokumentation

Erste Altbausanierung zum Passivhaus in Österreich

Verantwortlicher Planer: Ing. Günter Lang, LANG consulting www.langconsulting.at

Dieses Einfamilienhaus wurde für die Bauherrenfamilie von einem leerstehenden elterlichen Bungalow aus dem Jahre 1960 zur österreichweit ersten Altbausanierung auf Passivhausstandard renoviert und aufgestockt. Der bestehende ebenerdige Massivbau in Pettenbach in Oberösterreich wurde entkernt und mit einer thermischen Hülle aus vorgefertigten Holzriegelelementen saniert und aufgestockt. Die fassadenintegrierte Photovoltaikanlage deckt 75 Prozent des Stroms für den Heizenergiebedarf.

Die seit 7 Jahren gemessenen Verbräuche von Heiz-, End- und Primärenergieverbrauch liegen durchwegs unter den berechneten Werten nach PHPP. Damit erfüllt dieser Altbau bereits heute alle Kriterien der „Nearly zero energy building"- Richtlinie ab 2020.

Besonderheiten: Nachhaltige thermische Sanierung mit vorgefertigten Holzriegelelementen; fassadenintegrierte Photovoltaikanlage; Tageslichtoptimierung

U-Wert Außenwand EG – Sanierung	0,104 W/m²K
U-Wert Außenwand OG – Aufstockung	0,084 W/m²K
U-Wert Dach – Aufstockung	0,087 W/m²K
U-Wert Kellerdecke	0,115 W/m²K
U-Wert Sockel- und Schirmdämmung	0,150 W/m²K
U-Wert Fenster U_w	0,78 W/m²K
Wärmerückgewinnung	76 %

PHPP (**vor** Sanierung/**nach** Sanierung)	
Heizwärmebedarf$_{(vor\ San)}$	**280** kWh/m²a
Heizwärmebedarf$_{(nach\ San)}$	**15** kWh/m²a
Primärenergiebedarf	**100** kWh/m²a
Drucktest $n_{50\ (vor\ San)}$	5,10 h^{-1}
Drucktest $n_{50\ (nach\ San)}$	0,52 h^{-1}

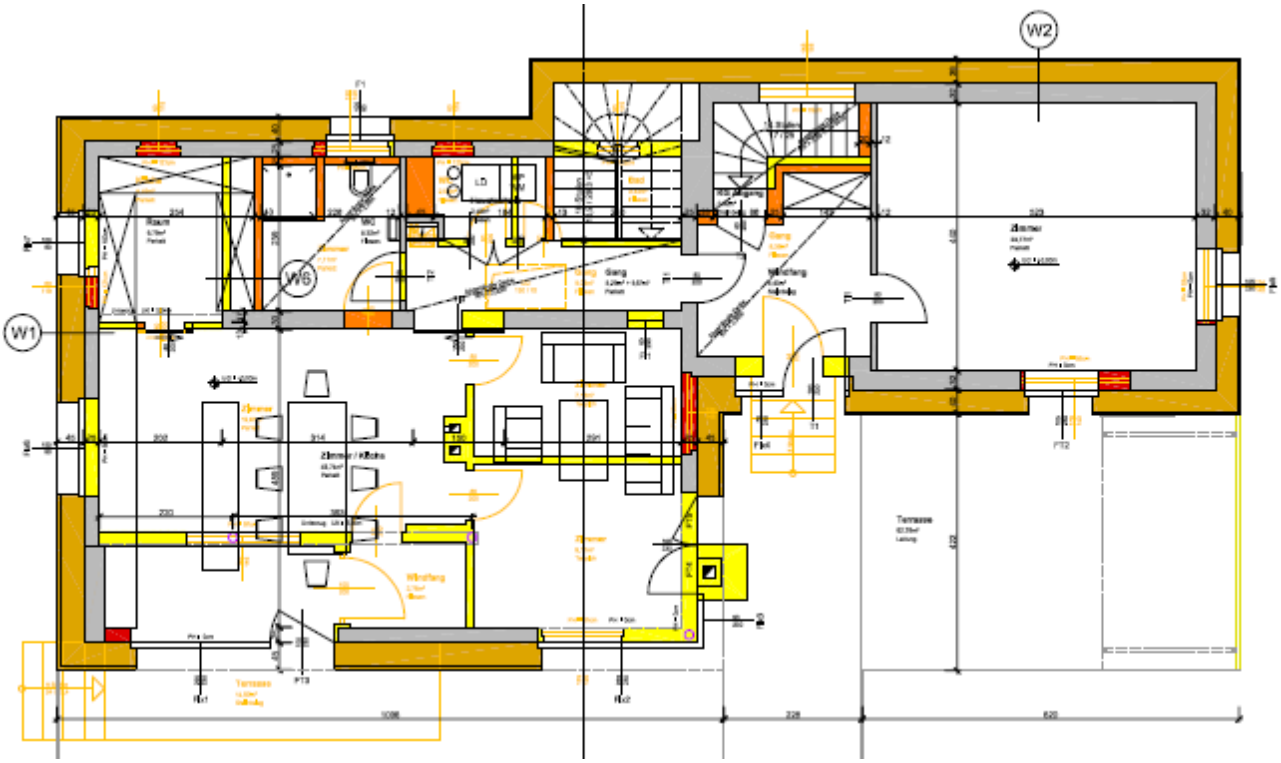
Kurzbeschreibung

Diese Einfamilienhaussanierung war 2005 österreichweit die erste Altbausanierung auf Passivhausstandard. Es lag bereits eine fertige Einreichplanung für eine konventionelle Sanierung auf rund 84 kWh/m²a des leerstehenden elterlichen Bungalows aus den 60-er Jahren vor. Nach eingehender Beratung entschloss sich die Bauherrschaft jedoch nochmals völlig von vorne zu beginnen. Ein neues modernes Raumkonzept, sonnige Räume und moderner Wohnkomfort sollte trotz der alten Bausubstanz das zukünftige Wohngefühl mit Blick auf die Bergwelt des Salzkammergutes vereinen. LANG consulting entwickelte daraus einen klar strukturierten Baukörper auf Basis des Bestands, und entschloss sich anhand dieses Pilotprojekts erstmals in Österreich die konsequente Sanierung bis zum Passivhausstandard im Rahmen der Forschungsprogrammlinie „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie umzusetzen.

Mit diesem „Best Practice“-Beispiel der Altbausanierung sollte das enorme Einsparungspotential von 95% des Energieverbrauches für Raumwärme aufgezeigt werden. Architektonische Umsetzung unter ökologischer und ökonomischer Betrachtung.

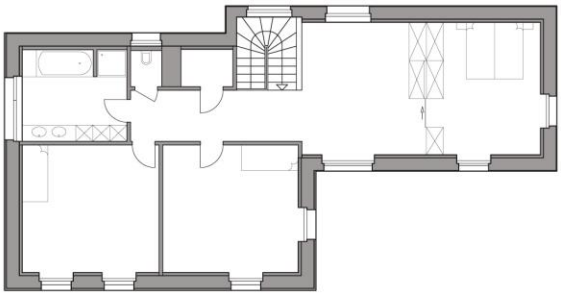
Nachhaltige Sanierung zum Passivhaus mit mehreren System-Neuentwicklungen:

- Bestandsaufnahme mit Laserscanning zur präzisen Vermessung und CAD-Planung
- Vorgefertigte geschosshohe Holz-Wandelemente in Passivhausqualität
- Minimaler Fußbodenaufbau mit Vakuumdämmung im Bereich der Kellerdecke
- Passivhaustaugliche Schirmdämmung zur Minimierung der Wärmebrücke Mauerwerk
- Erdkollektor entlang der Senkgrube zur Nutzung der Abwärme
- Kompaktlüftungsgerät mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung u. Wärmepumpe
- Abdeckung Restwärmebedarf mit 2,6 kWp Fassaden integrierte Photovoltaikpaneele
- Umbau eines 60-er Jahr Baustils zum modernen Architekturbeispiel

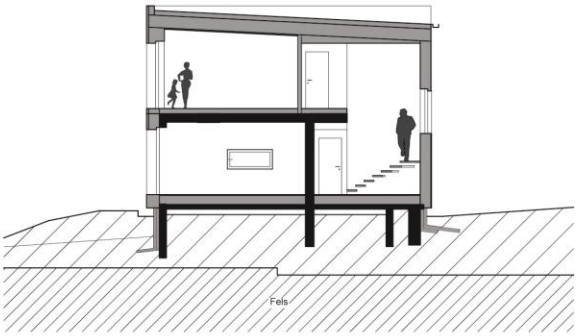


Grundriss Erdgeschoss mit Bestandsänderungen

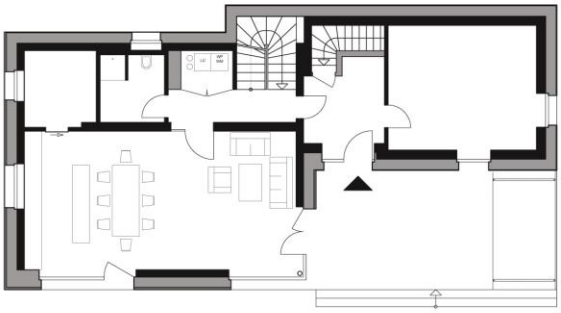
OBERGESCHOSS



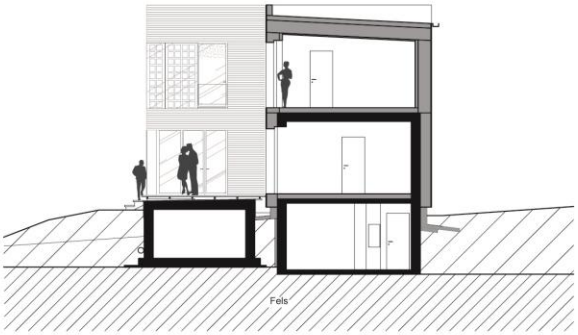
SCHNITT A - A



ERDGESCHOSS

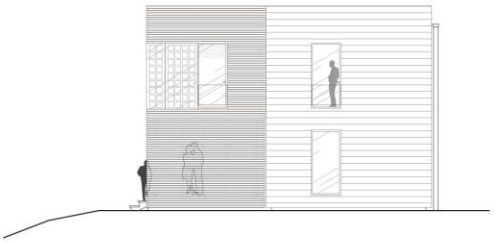


SCHNITT B - B

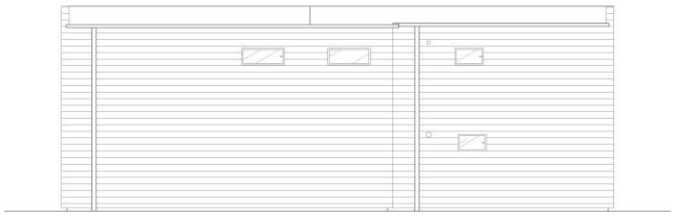


ANSICHT SÜD

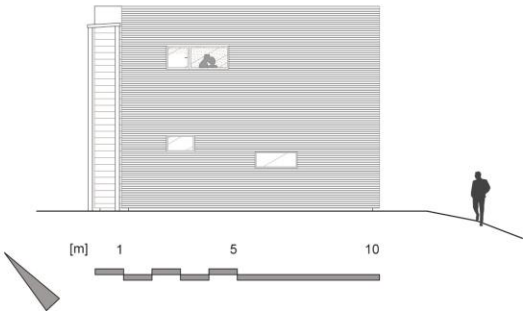
ANSICHT OST



ANSICHT NORD



ANSICHT WEST



Schematische Präsentationspläne

Architektur und Gebäudekonstruktion

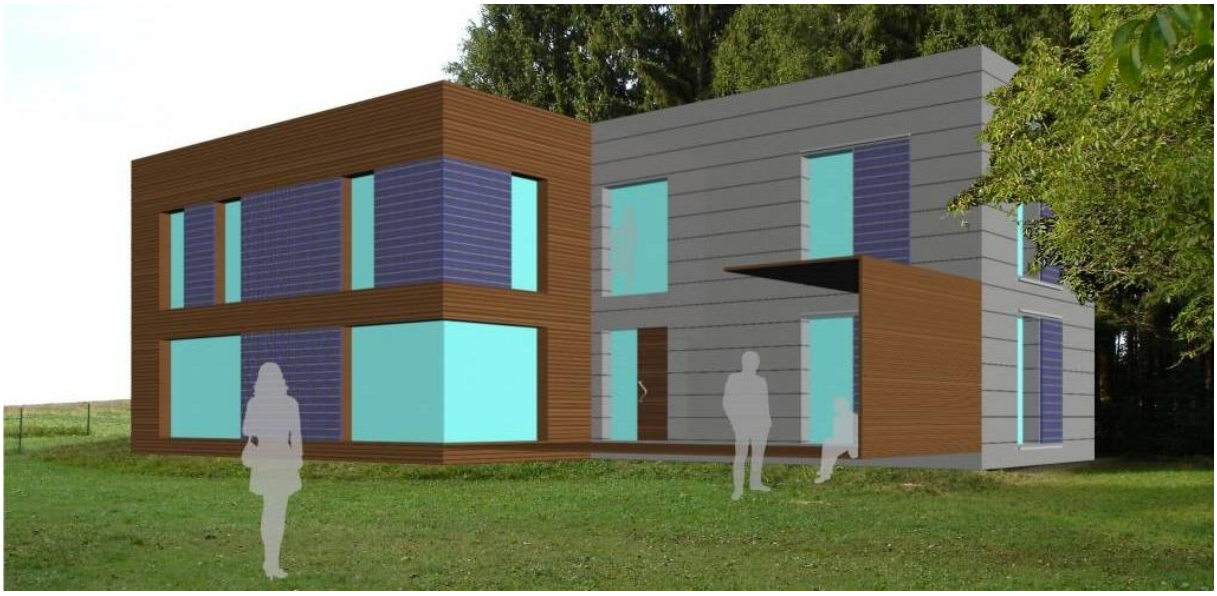
Das Pilotprojekt in Pettenbach sollte nicht nur modernsten energetischen Kriterien entsprechen, sondern auch eine architektonische Runderneuerung erhalten. Anpassung an die erweiterten Nutzungsanforderungen, klare Verbesserung der Raumqualitäten, sowie eine übersichtliche und klare Raumorganisation lauteten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

Ansicht von Südwesten

Ansicht von Südosten

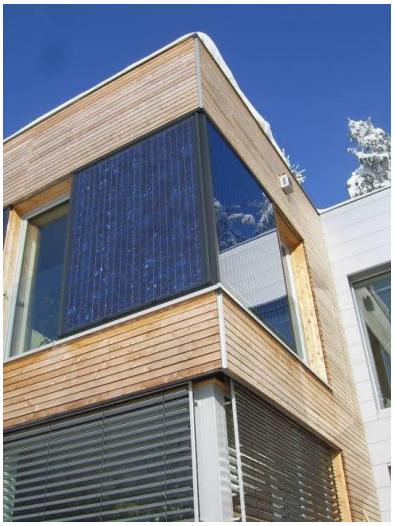
Auf der Südseite wird die Lärchenschalung großflächig von zwei Glasbändern geöffnet, sodass sich ein Fassaden füllendes „E“ – wie „Energiesparen“ – ergibt. Die beiden Glasbänder setzen sich aus alternierenden Fenster und Photovoltaikflächen zusammen und setzen sich auf der Ostfassade fort.

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 nachhaltige Energienutzung ein Thema“.


Visualisierung Quelle: LANG consulting

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-er Jahren stammenden Elternhaus einziehen 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.



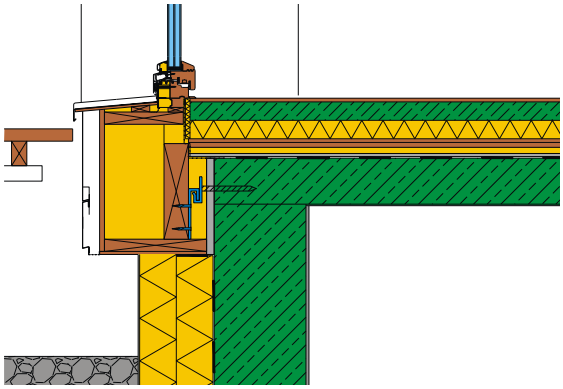
Konstruktionsdetails thermische Gebäudehülle

Bauteil	Vor dem Umbau	Nach dem Umbau
Heizwärmebedarf	**280 kWh/m²a**	**15,0 kWh/m²a nach PHPP** 7,0 kWh/m²a nach OIB
Heizlast	230 W/m²	**11,2 W/m² nach PHPP**
Heizwärmebedarf Gesamt	Ca. 27.100 kWh/a	3.289 kWh/a
Heizenergieeinsparung	- - -	23.930 kWh/a
Energiebezugsfläche	97 m²	217 m²
CO_2-Ausstoß Raumwärme	Ca. 9.200 kg CO_2/a	630 kg CO_2/a durch PV
Drucktest Ergebnisse n_{50}	Messung Altbestand **5,1**	1. Messung während Bauphase **0,65** 2. Messung Ende Juni 0,60 3. Messung Fertigstellung **0,50**
Außenwand EG - Sanierung **U-Wert $_{nachher}$ = 0,104 W/m²K**	20 cm Mauerwerk 2 cm Putz beidseitig	36 cm Holzriegelkonstr./Zellulosedäm. 1,6 cm DWD-Platte 4,5 cm Hinterlüftung 3,0 cm Lärchen Rautenschalung
Außenwand OG - Aufstockung **U-Wert $_{nachher}$ = 0,084 W/m²K**	----------	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
Dach - Aufstockung **U-Wert $_{nachher}$ = 0,087 W/m²K** Die 4 Dachelemente wurden als Großtafeln mit einer **Breite von 5 Metern** geliefert!	---------- U-Wert$_{Altbau}$ ca. 1,50 W/m²K	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 4,5 cm Mineralwolle zw. Lattung 1,2 cm GKB-Platte
Boden über Erdreich **U-Wert $_{nachher}$ = 0,12 W/m²K**	8 cm Estrich (Abbruch) 6 cm Betonplatte(Abbruch) Erdreich (abgegraben) U-Wert$_{Altbau}$ ca. 2,68 W/m²K	2 cm Industrieparkett 3 cm Distanzboden Holzplatte 32 cm Dämmung zw. Distanzfüssen 0,5cm Feuchtigkeitsisolierung 20 cm Stahlbetonplatte 20 cm Rollierung
Kellerdecke **U-Wert $_{nachher}$ = 0,115 W/m²K**	8 cm Estrich (Abbruch) 2 cm Dämmung (Abbruch) 22 cm Stahlbetondecke 5 cm Kellerdeck.dämmung	5 cm Estrich 6 cm EPS Dämmung 2 cm Vakuumdämmung 0,5 cm Schaumfolie 1 cm Nivelliermasse
Sockel- und Schirmdämmung **U-Wert $_{nachher}$ = 0,15 W/m²K**	25 cm Betonschalsteinmwk	0,5 cm Sockelputz 24 cm XPS- Dämmung $CO_{2\ geschäumt}$ 0,5 cm Feuchtigkeitsisolierung
Passivhausfenster und -türen	Holz-Alu Passivhausfenster mit **PHI Zertifikat** Josko Passiv ECO Holz-Alu mit Korkkern U_W = 0,77 W/m²k U_G = 0,60 W/m²k g-Wert 51% Wärmebrückenfreier Einbau in der vorgefertigten Holzrahmenkonstruktion, welche vor das bestehende Mauerwerk gehängt wurde. Fensterstock außen überdämmt. Sonnenschutz außenliegend und hinterlüftet	

Konstruktion Dämmung Bodenplatte und Anschluss zu Außenwänden

Unterkellerten Teil mit Vakuumdämmung

Auf Grund der begrenzten Aufbauhöhe von 17 cm kam im unterkellerten Bereich eine Vakuumdämmung zum Einsatz, um trotzdem die geforderten Passivhauskriterien zu erfüllen. U-Wert von 0,115 W/m²K durch den Einsatz einer Vakuumdämmung erzielt.

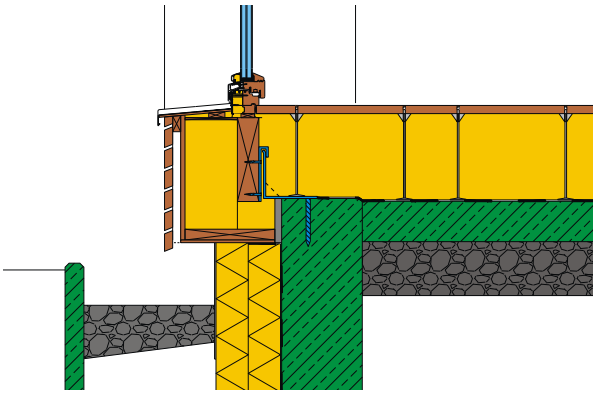


Auf die 3 mm Schaumfolie wurden die 20 mm dicken Vakuumplatten fugendicht ohne Toleranz verlegt. Restfelder wurden mit 20 mm EPS- Platten ausgefüllt. In der 2. Lage wurden diese Restfelder mit VIP-Platten stoßversetzt und überlappend überdeckt, der Rest mit EPS ausgelegt. Darüber ganzflächig 60 mm dicke Schutz- und Dämmlage EPS. Ständig begleitende Bauaufsicht zum schadensfreien Einbau war unbedingt erforderlich.

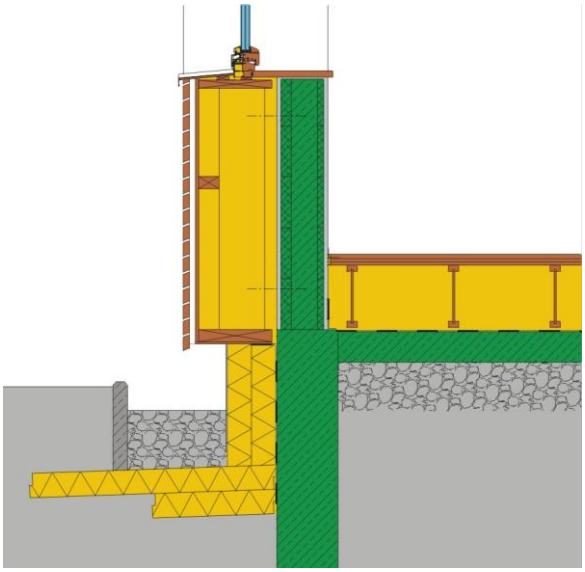
Nicht unterkellerter Bodenaufbau mit Mineralwolle-Dämmung unter Holzdistanzboden

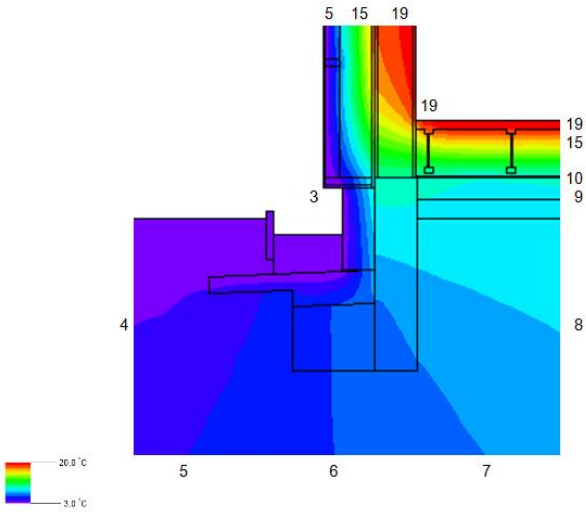
Beim bestehenden ebenerdigen Altbau wurden zunächst die kleinteiligen Räume durch Abbruch einiger Zwischenwände zusammengelegt, womit ein großzügiger Wohn-Essbereich mit offener Küche entstand. Mit den statischen Auswechslungen zur Vergrößerung der Fensterflächen erhielt der Wohnbereich gleichzeitig viel mehr Licht. Da in diesem nicht unterkellerten Teil des Hauses eine Bodenplatte praktisch nicht exsistierte, entschloss man sich innen das Niveau abzusenken, und einen passivhaustauglichen Bodenaufbau mit 32 cm Dämmung zwischen Ständern aufzubauen.

Um die Wärmebrücken des bestehenden aufgehenden Mauerwerks zu entschärfen, wurden einerseits die meisten Fenster raumhoch ausgeführt (siehe rechtes Detail).



Zum anderen wurde rund um das Gebäude eine 24 cm dicke Sockel- und Schirmdämmung mit 1,2 m Breite ausgeführt. (siehe unteres Detail)





Detailschnitte Außenwand – Schirmdämmung – Bodendämmung

Die ausgeführte hochdämmende Sockeldämmung mit Frostschirm kann als wärmebrückenfreies Detail angesehen werden, da ein negativer Psi-Wert von -0,064 W/mk vorhanden ist. Als Vergleich dazu wurde eine Variante mit 6 cm Perimeterdämmung, wie sie bei Standardbauweisen üblich ist, untersucht. Diese Ausführung hätte im Vergleich zur passivhaustauglichen Lösung einen um 9% schlechteren Heizwärmebedarf verursacht.

Wandkonstruktion im EG und OG - Holzbau revolutioniert Altbausanierung

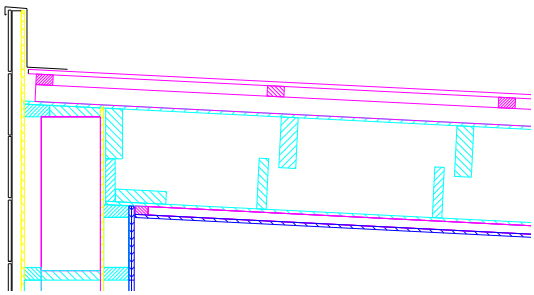
Der ebenerdige Bestand erhielt eine wärmeschützende Hülle mit einem U-Wert von 0,104 W/m²K. Während auf der Baustelle die Schwerlastanker versetzt und die gesamte Fassade lasergescannt vermessen wurde, fertigte der innovative Großzimmereibetrieb in seinen Werkhallen die 40 cm dicken Holzkonstruktionen geschosshoch, einschließlich der Fassade aus Lärchen-Rautenschalung und den Passivhausfenstern vor. Dann ging alles sehr schnell.

In nur drei Tagen wurde die neue Thermohülle passgenau an das bestehende Gebäude gehängt, bzw. dass Obergeschoss in Leichtbauweise einschließlich Dach montiert. Um alle Unebenheiten des Gebäudebestandes wärmebrückenfrei auszufüllen, wurde die Zellulosedämmung vor Ort parallel zur Montage eingeblasen. Besonderes Augenmerk wurde dabei den Übergängen von Altbau zur vorgehängten Thermohülle, speziell bei den Fensterleibungen gewidmet. Der luftdichte Anschluss vom am vorgehängten Leichtwandelement montierten Fensterstock zur Putzebene wurde mit geeigneten Dichtbändern dauerhaft luftdicht angeschlossen.

Nach den baulichen Adaptierungen im Bestand wurden die im Werk exakt vorgefertigten Holzriegel Wandelemente als schützende Thermohülle vor den Gebäudebestand gehängt und mit Dämmung voll ausgeblasen

Hohlkastendachkonstruktion mit Zwillingsträgern

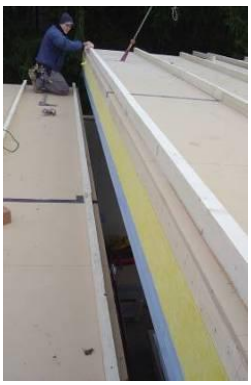
Durch die versetzte Anordnung der tragenden Querrippen und dem vollständigen Ausblasen der Zwischenräume mit Zellulosedämmung konnten Wärmebrücken vermieden werden.



Legende Dachkonstruktion:

Gleitbügeldach	
Lattung	8/5 cm
Konterlattung	5/8 cm
DWD Holzfaserplatte	15 mm
Tragsystem	440 mm
Holzrippen geteilt und versetzt	
Zwischenraum mit Zellulosedämmung gefüllt	
OSB	15 mm
Dampfsperre	
Lattung	45 mm
dazw. Steinwolledämmung	45 mm
Gipskarton	15 mm

Anbringen der Lippendichtungen auf den Dachauflagern für den luftdichten Anschluss.
Die 132 m² große Pultdachkonstruktion ist aus lediglich 4 Einzelelementen gefertigt.



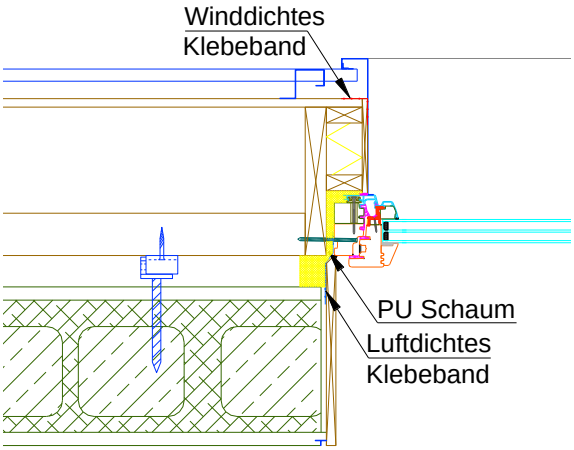
Luftdichter Anschluss der Elementstöße

Einblasen der Zellulosedämmung

Die Elementstöße wurden vor Ort mit Kombribändern und zusätzlicher Überklebung der Luftdichtebene (OSB-Platte + PE-Folie) mit Dichtbändern ausgeführt, bevor die Installationsebene mit GK-Platten geschlossen wurde.

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 bis zur Rohdecke hinunter 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.



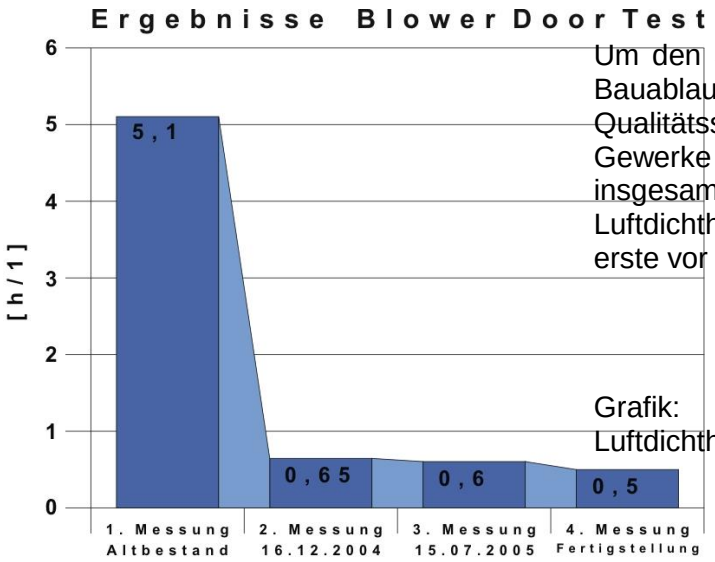
Wärmebrückenfreie und rationelle Montage der Fensterstöcke in der Ebene der vorgehängten Leichtbau-Wandelemente. Übergänge von der vorgehängten Holzriegelkonstruktion auf das bestehende Mauerwerk durch luftdichtes andichten der Klebebänder an die Putzleibungen.

Anhand des Anschauungsmodells lassen sich die genaue Situierung zum wärmebrückenfreien Einbau und die luftdichte Andichtung des PHI zertifizierten Passivhaus- Fensterrahmens erkennen.

Im Obergeschoss wurde die luftdichte Ebene durch die OSB-Platte mit verklebten Stößen und vorgesetzter Installationsebene sichergestellt. Die Ausführungen der luftdichten Übergänge zur Dachkonstruktion und zwischen den Dachelementen sind auf der Seite 11 abgebildet.

Zur Kellerdecke wurde die bestehende Stahlbetondecke auf Rissbildungen überprüft und nachgebessert. Alle Durchbrüche wurden mit flüssigem Anhydrit luftdicht verschlossen. Im Bauabschnitt ohne Unterkellerung wurde der alten Bodenaufbau entfernt und durch eine dicht ans Mauerwerk angeschlossene neu betonierte Bodenplatte luftdicht ausgeführt.
Zum Kellerabgang wurde eigens eine Passivhaustaugliche Innentüre mit doppelter Lippendichtung eingesetzt.

Luftdichtheitsmessungen und Thermografie - Leckagenortung



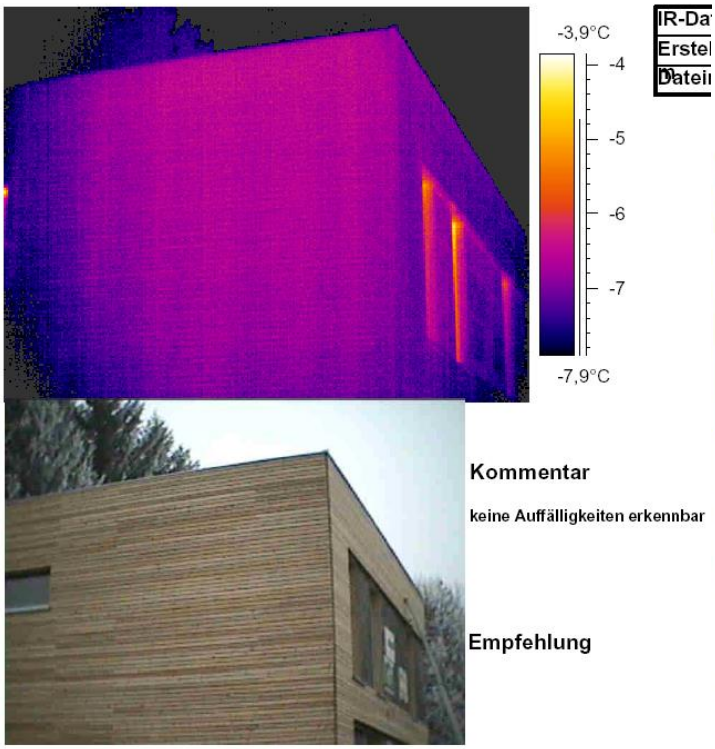
Um den Sanierungserfolg während des Bauablaufs zu dokumentieren und die Qualitätssicherung der einzelnen Gewerke laufend zu überprüfen, wurden insgesamt vier Luftdichtheitsmessungen, davon die erste vor Baubeginn, durch- geführt.

Grafik: Messergebnisse der Luftdichtheitsmessungen

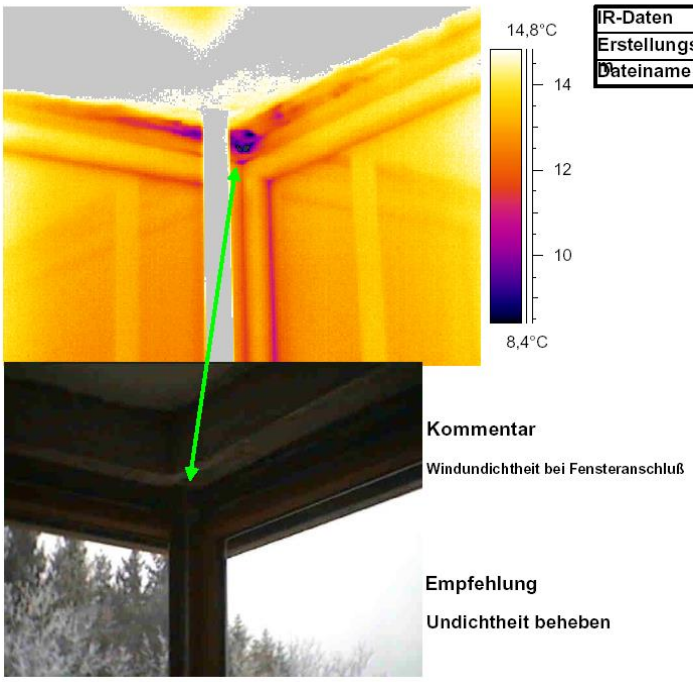
Erst die gleichzeitigen Thermografieaufnahmen mit der Luftdichtheitsmessung machen alle Schwachstellen sichtbar, und sind Grundlage für eine ordentliche Dokumentation.

Auszüge des Thermografie Messprotokolls:

Aufnahme: **Westfassade OG rechts**



Aufnahme: **WZ, Ostverglasung - Ausseneck**

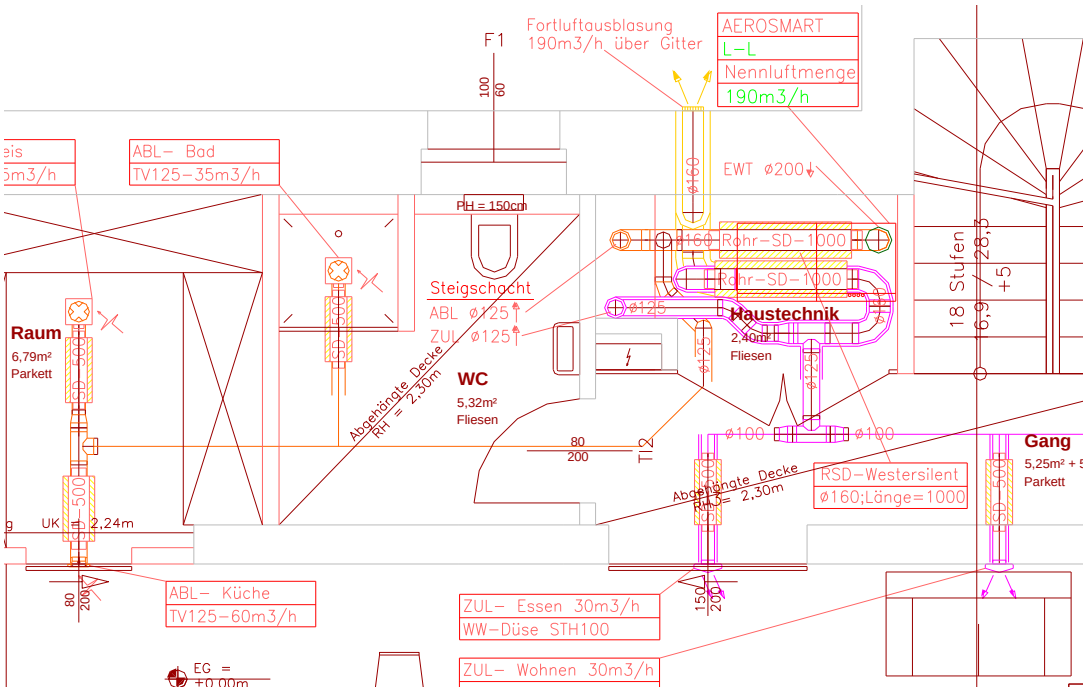


Haustechnik- und Energieplanung

Nutzung des Erdreiches für Vorwärmung/Kühlung

Die Frischluft-Vorerwärmung erfolgt über ein 28 lfm langes Erdkollektorrohr aus PE mit Durchmesser 20 cm. Das Erdkollektorrohr wurde 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.

Lüftungsleitungsführung im Gebäudebestand



Ausschnitt aus der detaillierten Lüftungsleitungsführung

Das Kompaktlüftungsgerät wurde zentral im Erdgeschoss in einem Gangschrank situiert, womit die kürzest möglichen Leitungslängen für Zu-, Ab- und Fortluft sichergestellt waren. Die Rohrleitungen samt Schalldämpfer konnten in der abgehängten Decke der Nebenräume untergebracht werden. Wohn-, Arbeits-, Schlafzimmer und Galerie sind über Weitwurfdüsen über den Innentüren mit der Zuluft versorgt, während in Küche, Speis, Bad, WC und Abstellraum die Luft abgesaugt wird.

Beschreibung Komfortlüftungsaggregat

Mittels des Kompaktlüftungsgerätes wird die balancierte Zu-/Abluft über einen hocheffizienten Gegenstrom-Plattenwärmetauscher geführt, der die Lüftungsverluste stark reduziert. Die integrierte Wärmepumpe dient einerseits zur Raumwärmeerzeugung wie auch zur Warmwassergewinnung. Der große Vorzug des Kompaktaggregates ist u.a. der minimale Platzbedarf. Auf knapp zwei Quadratmetern konnte die gesamte „Haustechnikzentrale“ kompakt untergebracht werden.

Für die wenigen Tage mit erhöhtem Wärmebedarf wurden im Haus als kostengünstigste Variante vier Elektropaneele installiert, die ebenfalls über die PV-Anlage mit Strom versorgt werden können.

Technische Daten

Abmessungen WP/Boilermodul (BxTxH):	600x600x2053 mm
Abmessungen Lüftungsmodul (BxTxH):	600x600x694 mm
Luftanschlüsse: (für Abluft und Außenluft stehen je 2 zur Auswahl)	6x DN 160
Nennluftmenge	205 m³/h
Mindestluftmenge	180 m³/h
Mittlerer Wärmebereitstellungsgrad des Lüftungsmoduls	86%
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

Nutzung aktiver Sonnenenergie

Zur 75%-igen Deckung des geringen Strombedarfs für den Restwärmebedarf von insgesamt 3.289 kWh wurde eine fassadenintegrierte 2,4 kWp Hochleistungs-Photovoltaikanlage am Haus installiert. Diese großflächige fassadenintegrierte Solarmodul-Bauweise war eine Neuentwicklung, um mit diesen Funktionselementen gleichzeitig auch neue architektonische Akzente zu setzen. Damit stellt dieser „Altbau der Zukunft“ einen Meilenstein für die Deckung des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energiequellen auch im sanierten Altbau dar.

Passivhaus Nachweis

Objekt:	Altbausanierung EFH Schwarz Gabriele und Werner
Standort und Klima:	Linz
Straße:	
PLZ/Ort:	A-4643 Pettenbach
Land:	Oberösterreich
Objekt-Typ:	EFH Altbausanierung auf PH-Standard
Bauherr(en):	Gabriele und Ing. Werner Schwarz
Straße:	
PLZ/Ort:	A-4643 Pettenbach
Architekt:	LANG consulting
Straße:	Linzerstraße 280/6
PLZ/Ort:	1140 Wien
Haustechnik:	Planungsteam E-Plus
Straße:	Impulszentrum Bregenzerwald 1135
PLZ/Ort:	6863 Egg
Baujahr:	2005
Zahl WE:	1
Umbautes Volumen V_e:	836,8 m^3
Personenzahl:	5,0
Innentemperatur:	20,0 °C
Interne Wärmequellen:	2,1 W/m²

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche

Energiebezugsfläche: 216,93 m^2

	Verwendet:	Jahresverfahren	PH-Zertifikat: Erfüllt?	
Energiekennwert Heizwärme:	**15**	**kWh/(m²a)**	**15 kWh/(m²a)**	✔
Drucktest-Ergebnis:	**0,52**	**h^{-1}**	0,6 h^{-1}	✔
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	**100**	**kWh/(m²a)**	120 kWh/(m²a)	✔
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	**48**	**kWh/(m²a)**		
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:	**13**	**kWh/(m²a)**		
Heizlast:	**11,2**	**W/m²**		

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

Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV

Nutzfläche nach EnEV: 267,8 m^2

			Anforderung: Erfüllt?	
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	**39**	**kWh/(m²a)**	**40 kWh/(m²a)**	✔

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit PHPP liegen bei.
Zertifikats-ID: 6144_PHD_PH_20130611_ms

Ausgestellt am: 11. Juni 2013
gezeichnet:

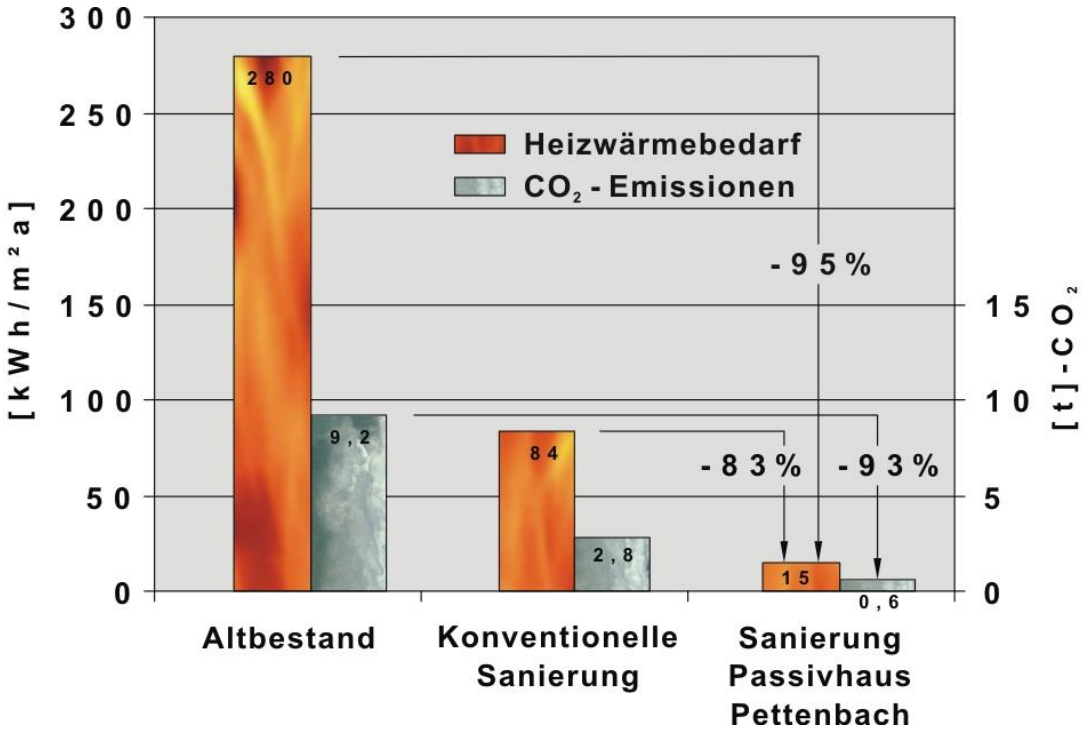
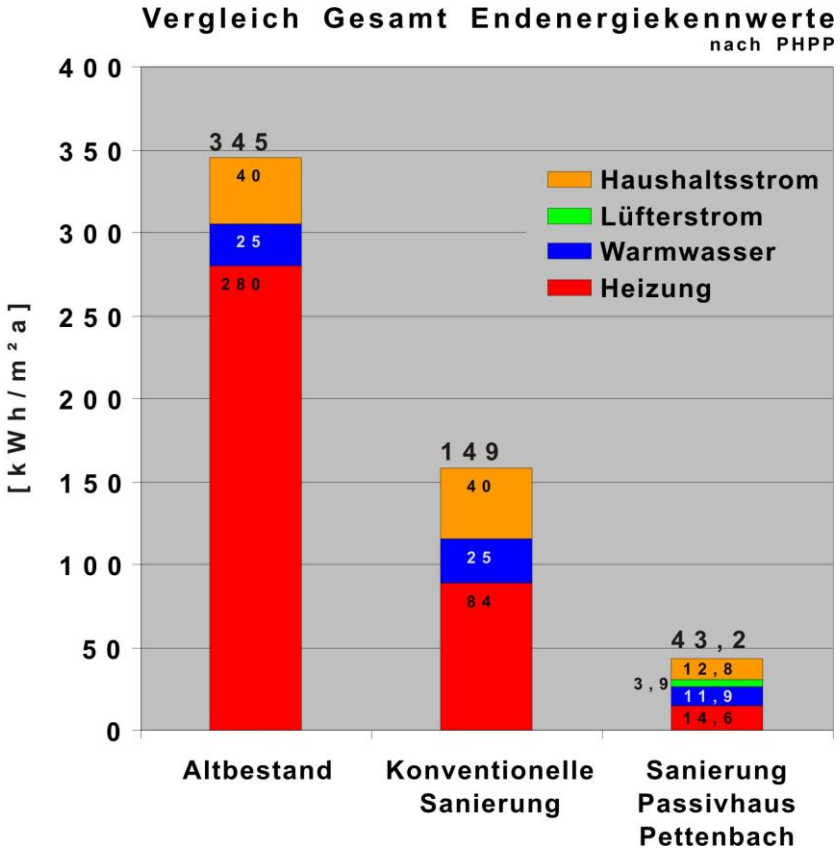


Diagramm: Reduktion Heizwärmebedarf und CO_2-Emissionen Raumwärme

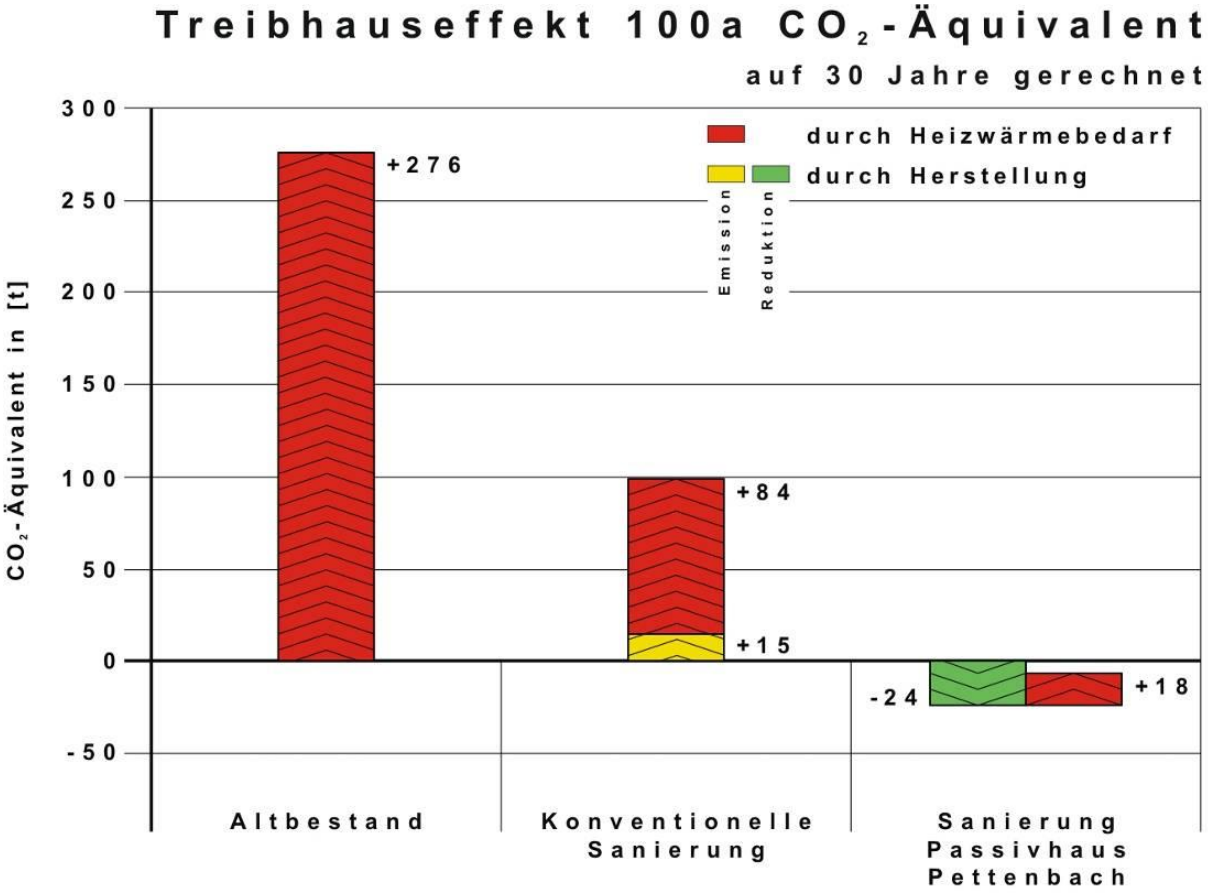


Grafik: Vergleich der spezifischen Gesamt-Endenergiekennwerte nach PHPP bewertet für Heizung, Warmwasser, Lüfterstrom und Haushaltsstrom beim gegenständlichen Demonstrationsprojekt Altbausanierung EFH Schwarz in Pettenbach

Ökologische Bewertung

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 Volumens, 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_2-Emissionen von Beginn an als wenn die Bauherren gar nicht in eine Sanierung investiert hätten.



Die Darstellung über das ökologische Gesamtprofil der Gebäudevarianten über die Größenordnungen der Treibhauspotentiale in CO_2-Äquivalenten über 30 Jahre zeigt 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 t CO_2-Äquivalenten, ist also vom Beginn der Sanierung mit Abstand die am meisten mindernde Treibhauseffekt-Variante. Die konventionelle Sanierung verursacht vergleichsweise 105 t, und der weiter unsanierte Altbau gar 282 t mehr an CO_2-Äquivalent binnen 30 Jahren.

Baukosten

Gegenüberstellung der Sanierungsvarianten

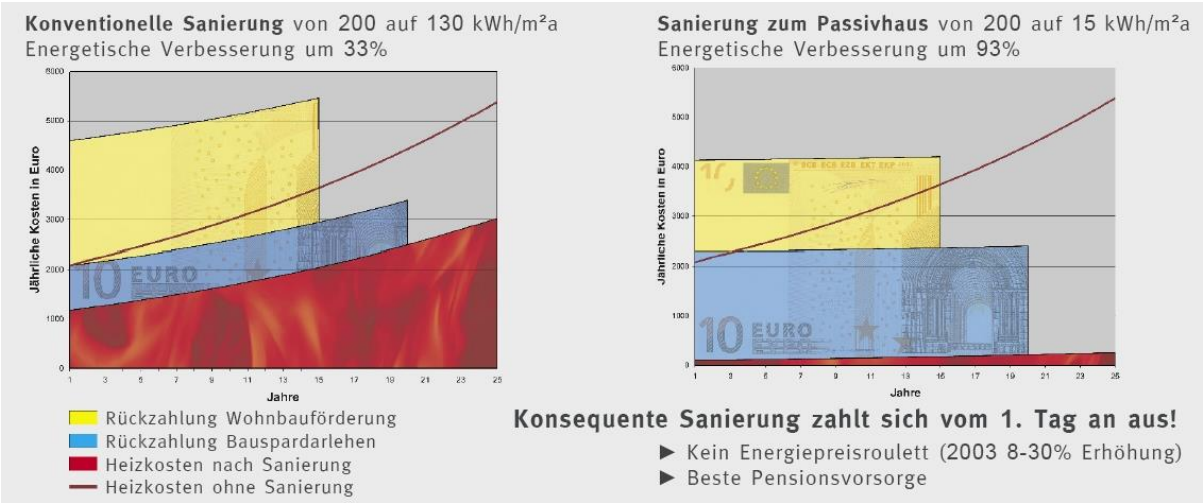
Basis dieses Projektes war die ursprüngliche Einreichplanung für die Sanierung des Einfamilienhauses in Pettenbach, welche in konventioneller Form geplant war und einen Heizwärmebedarf von 64 kWh/m²a nach OIB bzw. 84 kWh/m²a nach PHPP berechnet erzielt hätte. Darauf aufbauend bzw. als Vergleichsbasis berücksichtigte dieses umgesetzte Demonstrationsprojekt alle Aspekte eines nachhaltigen und ökologischen Gesamtsanierungskonzeptes.

Konventionelle Bauweise		Passivhaus		Kosten-vergleich
Ausführung: Standardsanierung mit Aufstockung in		Ausführung: Sanierung auf Passivhaus mit		
KOSTENAUFSTELLUNG	Kosten Standard-sanierung	KOSTENAUFSTELLUNG	Kosten Innovative Sanierung	Innovative Mehrkosten Passivhaus
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 m² - Baukostenaufteilung pro m² ohne Ust.				
Passivhaus Technologie				**143,30**
Ökologische Maßnahmen				99,80
Photovoltaikanlage				80,80
Nettosumme Baukosten pro m²				323,90
Wohnnutzfläche 217 m²				
Baukosten pro m² inkl. Ust.	1.067,70		1.456,42	388,72

Mehrkosten Passivhaustechnologie: 171.- €/m² inkl. Ust.

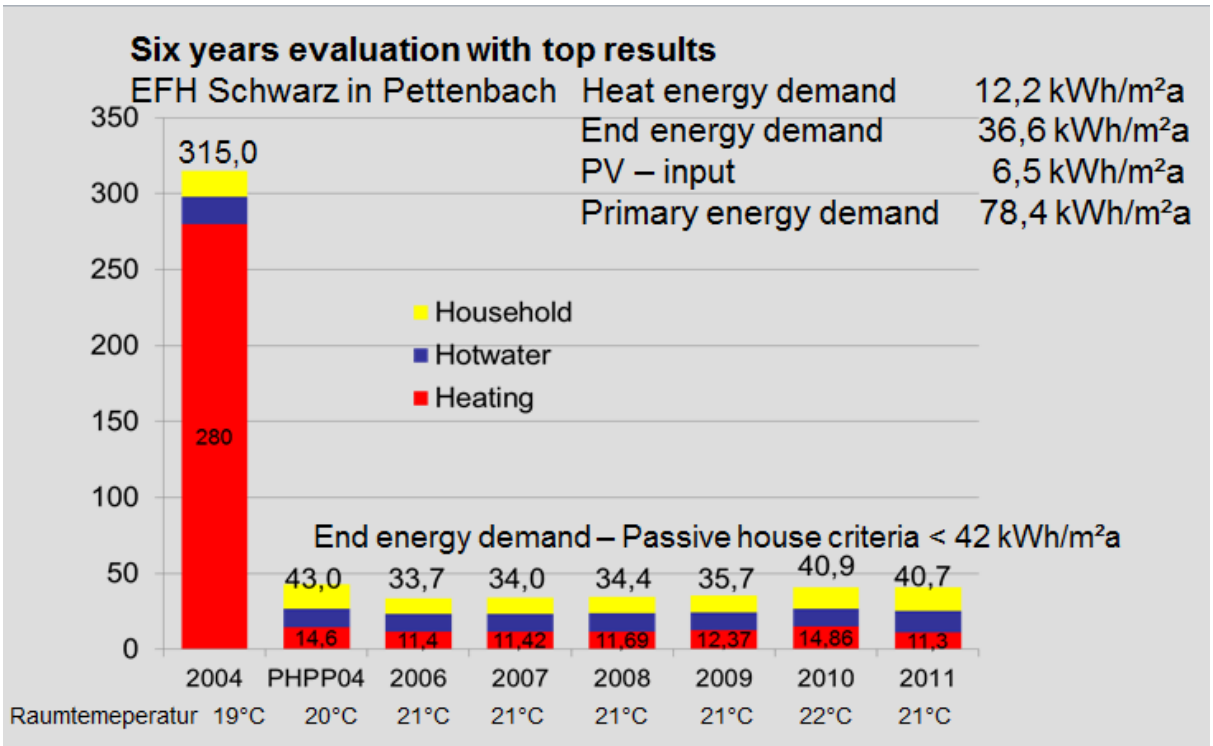
Mehrkosten rechnen sich vom ersten Tag an!

Der konsequente Umbau zum Passivhaus hat gegenüber einer konventionellen Sanierung 15% und der Einsatz ökologischer Maßnahmen 9% Mehrkosten verursacht. Allerdings erhielten die Bauherren damit auch die höchsten Förderungen vom Land.
Das verbleibende höhere Bankdarlehen wurde jedoch zur Gänze von den dramatisch reduzierten Energiekosten abgedeckt. Zudem sind die Bankzinsen niedriger als die zu erwartenden (und eingetretenen) Heizkostensteigerungen, womit sich die konsequente Sanierung auf jeden Fall vom ersten Tag ausgezahlt hat.



Messergebnisse

Seit Bezug werden vom Bauherren eigenständig detaillierte wöchentliche Energieverbrauchsaufzeichnungen geführt und ausgewertet. Nachstehend zeigt die Übersicht der letzten sechs Jahre, das die Verbrauchswerte durchwegs unter den Berechnungswerten nach PHPP liegen, und dies sogar bei geringfügig höheren Raumtemperaturen von 21°C.



Steckbrief: Einfamilienhaus Schwarz in Pettenbach/Oberösterreich		
Projektplanung und Projektleitung	LANG consulting	www.langconsulting.at
Thermografie + Blower Door Messung	TB Panic	www.tb-panic.at
Haustechnikplanung	Planungsteam E-Plus	www.e-plus.at
Forschungsprogramm	Haus der Zukunft vom BMVIT	www.hausderzukunft.at
Bauzeit	November 2004 bis Juni 2005	
Auszeichnungen	- OÖ. Holzbaupreis 2005 - OÖ. Umweltschutzpreis 2005 - Energy Globe Vienna 2006 - Eurosolarpreis Austria 2007 - Staatspreis Consulting 2007 - ISOVER Energieeffizienz Award 2007	

Eine umfassende Dokumentation dieses Forschungsprojektes findet man übrigens auch unter:
http://www.langconsulting.at/index.php/de/forschung/demonstrationsprojekte/30-lang-consulting-de/forschung/demonstrationsprojekte/71-erstes-einfamilien-passivhaus-im-altbau
wo auch der Endbericht des Forschungsprojektes mit 156 Seiten zum Download zur Verfügung steht.

„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."

Ing. Günter Lang von LANG consulting, Wien