Passivhaus
Objektdokumentation

Plusenergie-Einfamilienhaus in Adelschlag

Verantwortliche Planerin	Pia Regner Dipl.-Ing. (FH)	www.ingplusarch.eu

Dieses Einfamilienhaus wurde für eine private Baufamilie in der der Gemeinde Adelschlag errichtet. Es handelt sich um einen nicht unterkellerten, südorientierten Holzrahmenbau mit zwei Vollgeschossen. Das Haus wird seit April 2012 von der Bauherrenfamilie bewohnt.

Besonderheiten:	Photovoltaikanlage auf dem Dach (Erzeugung: 10.000 kWh/a)		
U-Wert Außenwand	0,097 W/(m²K)	**PHPP Jahres-Heizwärmebedarf**	**15 kWh/(m²a)**
U-Wert Bodenplatte	0,108 W/(m²K)		
U-Wert Dach	0,095 W/(m²K)	PHPP Primärenergie	67 kWh/(m²a)
U-Wert Fenster	0,77 W/(m²K)		
Wärmerückgewinnung	93 %	Drucktest n_{50}	0,54 h^{-1}

1 Kurzbeschreibung der Bauaufgabe Passivhaus in Adelschlag

Das Passivhaus in Adelschlag ist eines der ersten Passivhäuser am Ort. Eine private Bauherrenfamilie hat im Januar 2011 den Auftrag zur Planung eines kostengünstigen Passivhauses an das Ingenieur- und Architekturbüro ING+ARCH Partnerschaft erteilt. Die Wohneinheit hat 120 m² Wohnfläche und ist für die Nutzung durch 2 Personen bestimmt. Auf Grund der kompakten Gebäudehülle, einer hochwärmedämmenden Hülle und einer Lüftungsanlage mit 93% Wärmerückgewinnung erreicht das kleine freistehende Einfamilienhaus den Passivhausstandard. Dank großer Südverglasungen kann ein hoher Wärmeeintrag der Sonne im Winter genutzt werden. Stoffbespannte Schiebeläden, und Pergola bieten ausreichend Verschattung im Sommer. Durch den Erdreichwärmetauscher der Lüftungsanlage kann im Sommer zusätzlich gekühlt werden. Eine Wärmepumpe mit einem Flachkollektor im Erdreich deckt Warmwasser und den Restbedarf an Raumheizung. Im April 2012 bezieht die Bauherrenfamilie das Einfamilienhaus nach einer Bauzeit von nur 7 Monaten. Eine Photovoltaikanlage auf dem Dach produziert jährlich rund 10.000 kWh Strom, mehr als das Gebäude insgesamt benötigt.

2 Ansichtsfotos Passivhaus in Adelschlag

Südseite siehe Deckblatt

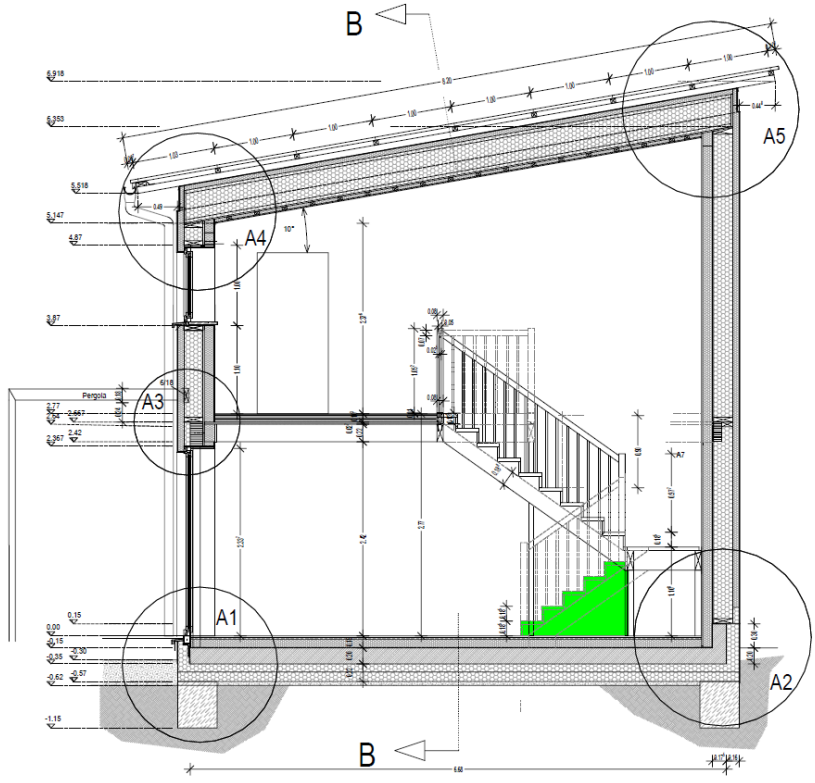
Ostseite Passivhaus Adelschlag (Foto: Regner)

Westseite Passivhaus Adelschlag mit Schiebeläden und Pergola im Süden (Foto: Regner)

Nordseite Passivhaus Adelschlag mit Eingangstüre und einem kleinen Nordfenster (Foto: Regner)

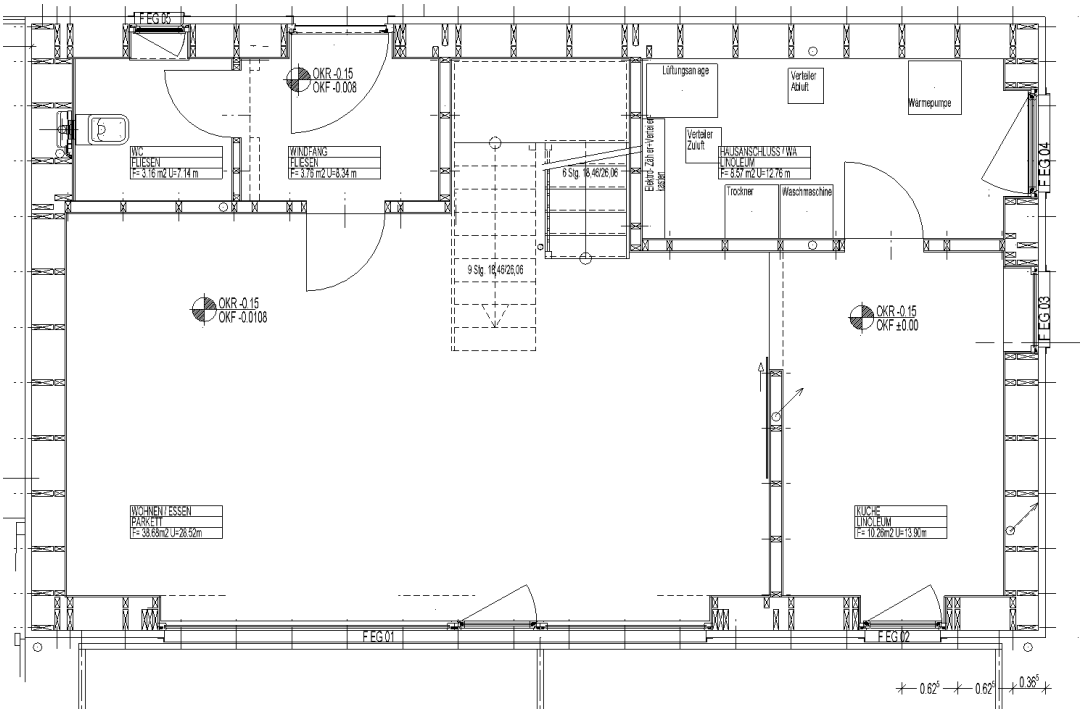
Innenraum Blick durch den großzügigen Wohnraum: Eichenholztreppe und Eichenparkett (Foto: Regner)

3 Schnittzeichnung Passivhaus Adelschlag

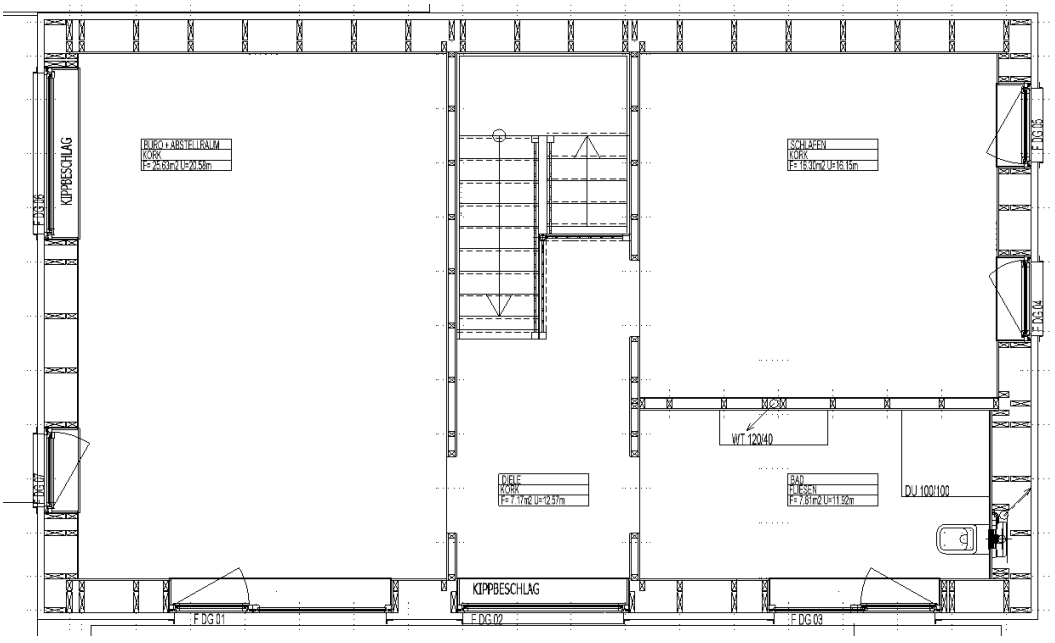


Querschnitt durch das Passivhaus Adelschlag Gut erkennbar ist die ringsum geschlossene thermische Hülle mit jeweils guter Wärmedämmung. Die Dämmung verläuft unterhalb der Bodenplatte. Die Wärmebrücken im Bereich Perimeterdämmung Außenwand und Innenwand werden dadurch minimiert. Das Wohnzimmer im Erdgeschoss öffnet sich nach Süden durch bodentiefe Verglasungen. Das nach Süden geneigte Dach eignet sich optimal für eine Photovoltaikanlage zur regenerativen Stromerzeugung.

4 Grundrisse Passivhaus Adelschlag



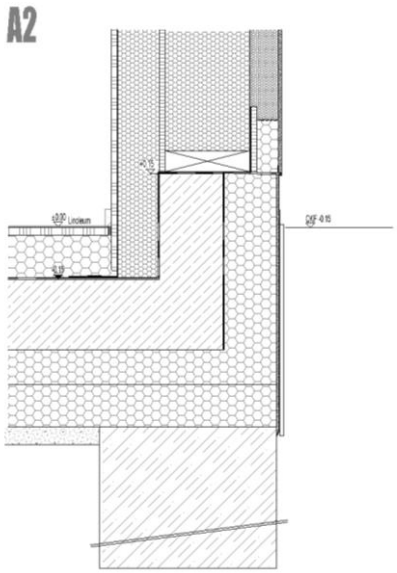
Grundriss Erdgeschoss: Wohnen, Küche, Gäste WC und Technikzentrale



Grundriss Obergeschoss Das Obergeschoss wird durch eine Treppe mittig erschlossen. Das Bad ist nach Süden ausgerichtet und schließt sich an das nach Osten ausgerichtete Schlafzimmer an. Im Westen befindet sich ein Büro- und Abstellraum.

5 Konstruktionsdetails der Gebäudehülle und Technik des Passivhauses in Adelschlag

5.1 Konstruktion inkl. Dämmung der Bodenplatte zu Außen- und Innenwänden

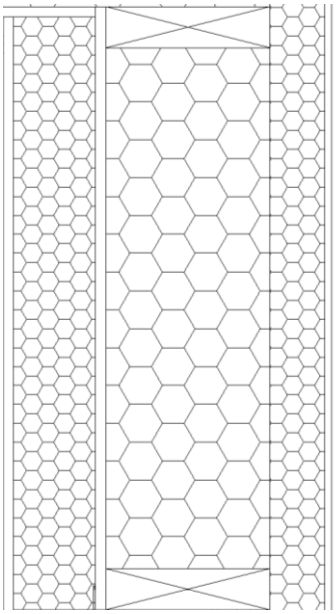


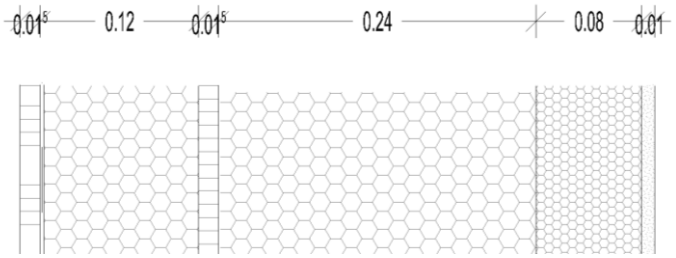
Vermeidung von Wärmebrücken und Bodenplattenaufbau Um die Wärmebrücken im Bereich Außenwand an Bodenplatte und Innenwände an Bodenplattegering zu halten, wird die Bodenplatte zusätzlich zur Innendämmung hauptsächlich von unten gedämmt. So werden die geometrischen und konstruktiven Wärmebrücken minimiert.

Aufbau der Bodenplatte:

Boden-platte	10 mm Parkett, 4 mm Dämmfilz (WLS 040), 22 mm OSB, 100 mm Dämmung (WLS 035), 5 mm Abdichtung, 200 mm Beton, 220 mm Styrodur (WLS 038), Sauberkeitsschicht	U-Wert 0,108 W/(m²K)

5.2 Konstruktion inkl. Dämmung der Außenwände

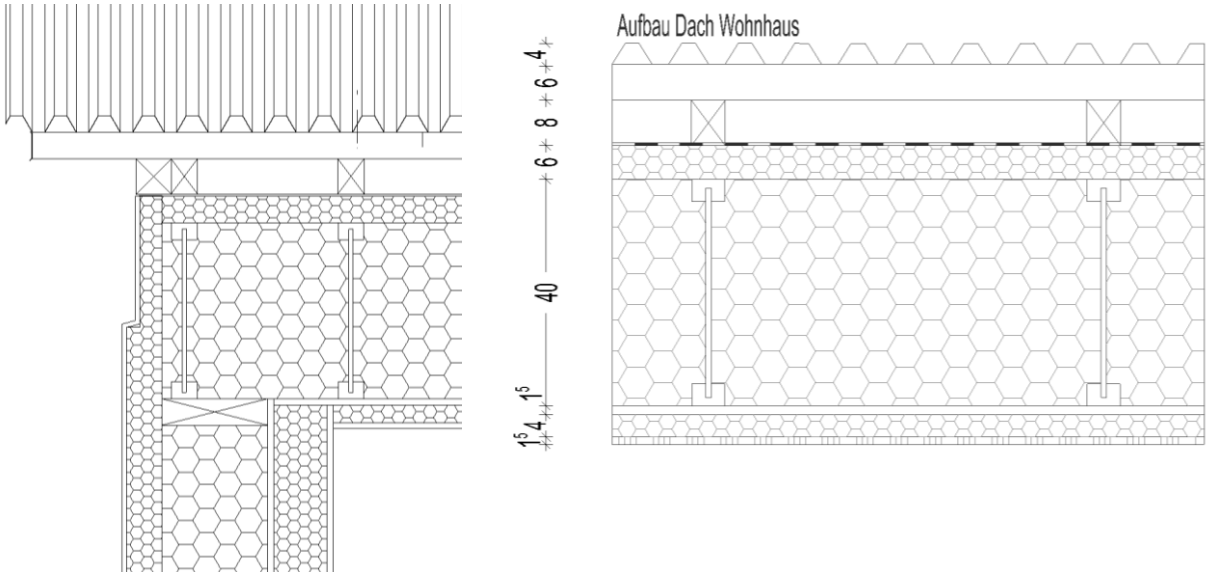




Aufbau der Außenwand Die Außenwand in Holzrahmenbauweise hat eine Gesamtstärke von 48 cm. Die Holzständer haben einen Anteil von rund 11%. Die Installationsebene ist mit Cellulose-Dämmung verfüllt und innen mit einer Gipsfaserplatte abgeschlossen. Die mittlere Dämmebene ist mit 24 cm Mineralfaser gedämmt. Außen vermindert eine Holzweichfaserplatte die durch die 6/24 Holzständer entstehenden Wärmebrücken. Den äußeren Wetterschutz bildet eine Schicht armierter Silikonharzputz.

Außen-wand	15 mm Gipsfaserplatte, 120 mm Cellulose-Dämmung (WLS 040) mit 11% Holz-ständern, 15 mm OSB mit verklebten Stößen als luftdichte Ebene, 240 mm Mineralfaser-Dämmung (WLS 035) mit 11% Holzständern, 80 mm Holzweichfaserplatten (WLS 045), 10 mm Silikonharzputz	U-Wert 0,097 W/(m²K)

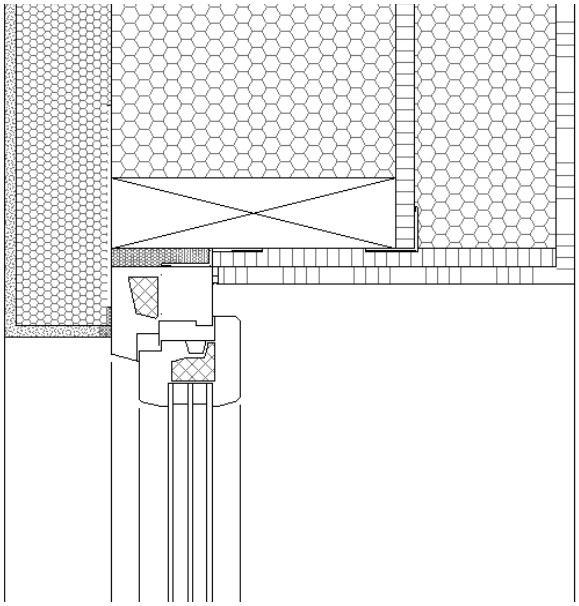
5.3 Konstruktion inkl. Dämmung des Daches



Dachaufbau Innen ist das Dach mit Gipskartonplatten beplankt. Die Installationsebene ist mit Cellulose-Dämmung und einer Holzlattung ausgeführt. Anschließend bilden OSB Platten mit verklebten Stößen die luftdichte Ebene. In der Hauptdämmebene kommen Doppelstegträger mit einem Achsabstand von 62,5 cm und einer Höhe von 40 cm als Dachsparren zum Einsatz. Die Gefache werden mit Cellulosedämmung verfüllt. Anschließend wird noch eine Holzweichfaserplatte als Unterdachplatte angebracht. Die zusätzliche diffusionsoffene Unterdachbahn führt bei Tauwasseranfall in der Hinterlüftungsebene das Wasser nach außen ab. Auf Konterlatten und Traglatten ist eine Bedachung aus Aluminium-Trapezblech, auf dem eine Photovoltaikanlage angebracht ist. Der Dach-U-Wert liegt insgesamt unter 0,1 W/(m²K).

Dach	12,5 mm Gipskarton, 60 mm Cellulose-Dämmung (WLS 040) mit 17% Holzlattung, 15 mm OSB mit verklebten Stößen als luftdichte Ebene, 400 mm Cellulose-Dämmung (WLS 040) mit 7% OSB-Parallel-Stegen, 60 mm Holzweichfaserplatten (WLS 045), diffusionsoffene Unterdachbahn, Konterlattung, Lattung, Aluminium-Trapezblechprofil	U-Wert 0,095 W/(m²K)

5.4 Fensterschnitte inkl. Einbauzeichnung



Fenster Die Fenster sind als Dreifachverglasung mit Wärmeschutzverglasung von Saint-Gobain mit Passivhaus-zertifizierten Kunststoff-Rahmen "GENEO PHZ" von Rehau ausgeführt.

Die Südverglasungen besitzen einen U_g-Wert von 0,6 W/(m²K) und einem g-Wert von 0,6 bis 0,62. Alle anderen Verglasungen sind mit einem U_g-Wert von 0,5 W/(m²K) und einem g-Wert von 0,51 ausgeführt. Die Kunststoffrahmen haben einen U_f-Wert von 0,79 W/(m²K). Die Wärmebrücke am Glasrandverbund beträgt $\Psi_{Glasrand}$ = 0,030 W/(mK). Durch die Überdämmung des Rahmens ergibt sich für die Einbausituation eine Wärmebrücke mit einem Ψ_{Einbau}-Wert von 0,017 W/(mK).

Daten zum Fenster

Fenster	Dreifach-Wärmeschutzglas mit Edelgasfüllung. Passivhaus-Zertifizierter Kunststofffensterrahmen. Hochwertige wärmebrückenreduzierter Abstandshalter als Glasrandverbund. Wärmebrückenoptimierter Einbau.	U_w-Wert 0,74 - 0,84 W/(m²K)

6 Beschreibung der luftdichten Hülle; Dokumentation des Drucktestergebnisses

Für das Passivhaus ist eine sehr dichte Gebäudehülle erforderlich. Für Passivhäuser wird ein Zielwert von unter 0,6 h^{-1} für den 50 Pa-Drucktestluftwechsel gesetzt.

Dach: Für das Dach sind spezielle Holz-Doppelstegträger verwendet, die eine starke Wärmedämmung bei nur sehr geringer Wärmebrückenwirkung ermöglichen. Die Dichtheit dieser Konstruktion wird durch eine durchgehende Dampfbremse aus OSB-Platten erreicht. Alle Stöße und Fugen sind mit einem speziellen Klebeband luftdicht verklebt. In den Ecken ist die durchgehende Verklebung erkennbar.

Außenwand: Die Luftdichtheit der Außenwand ist auf Grund der Holz-Ständer-Bauweise ebenfalls durch OSB- Platten mit abgeklebten Stößen realisiert worden. Eine vorgesetzte Installationsebene ermöglicht die Verlegung der Verteilleitungen von Lüftung, Heizung und Wasser ohne Durchbrechung der luftdichten Ebene.

Fenster: Die Passivhauszertifizierten Fensterrahmen aus Kunststoff mit der Dreifachverglasung entsprechen der Luftdurchlässigkeit von 4 nach DIN EN 12207 und liegen damit in der besten Luftdichtheitsklasse. Im Rahmen der Ausschreibung ist die Durchführung eines Blower-Door-Test mit einem Ergebnis von $n_{50} \leq 0{,}6\ h^{-1}$ angekündigt. Bei Nichteinhaltung sind die Firmen verpflichtet Nachbesserungsarbeiten durchzuführen. Bei dem Einbau der Fenster ist das sorgfältige Verfugen des Raumes zwischen Fenster und luftdichter Ebene genau kontrolliert worden.

Bodenplatte: Die Betonplatte aus Ortbeton ist in sich luftdicht. Der luftdichte Anschluss der Außenwand an die Bodenplatte erfolgt über eine PE-Folie, die an der Außenwand mit luftdichtem Klebeband angeklebt ist und durch eine spezielle Klebewulst mit der Bitumenbahn verbunden ist.

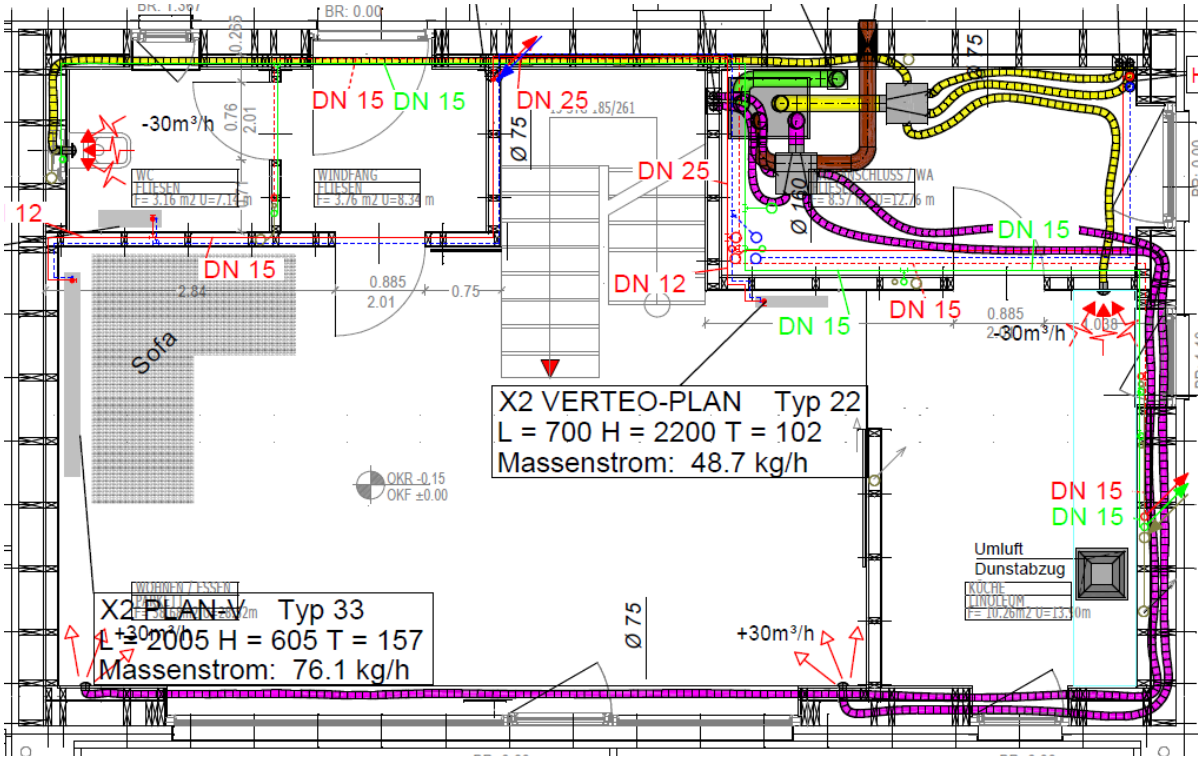
Der Drucktest ist nach Fertigstellung der luftdichten Hülle am 08.12.2011 durch Herrn Paulik-Nederkorn, zertifizierter Prüfer für Gebäude-Luftdichtheit im Sinne der Energieeinsparverordnung, durchgeführt worden.

Drucktestmessergebnisse vom 08.12.2011 aus dem Passivhaus in Adelschlag

Messung	50 Pa-Drucktestluftwechsel n_{50} in h^{-1}
Messung 1- Unterdruck	0,57
Messung 2- Unterdruck	0,51
Messung 3- Überdruck	0,54
Gesamtergebnis	**0,54**

7 Lüftungsplanung Kanalnetz (exemplarisch)

Um die Lüftungsverluste zu reduzieren, ist eine balancierte Zu/Abluft-Anlage mit einem hocheffizienter Wärmerückgewinnung eingesetzt. Das vom PHI zertifizierte Gerät hat einen effektiven Wärmebereitstellungsgrad von 93% bei einer Elektroeffizienz von 0,24 Wh/m³. Die Frischluft wird über einen Erdreichwärmetauscher mit 35 m Länge in einer Verlegungstiefe von 1,3 m angesaugt. Dadurch wird die Frostfreihaltung des Lüftungsgeräts garantiert und ein Wärmebereitstellungsgrad der Erdreichwärmetauschers von 23,7% nach PH Luft erreicht.



Grundriss Erdgeschoss Lüftung Der Grundriss des Erdgeschosses zeigt die Leitungsführung der Lüftungsanlage: Die gefilterte Außenluft wird im Erdreichwärmetauscher vorerwärmt. Nach Durchströmen des Wärmetauschers wird die Zuluft in den Wohnraum im Süden eingebracht. Verbrauchte Abluft wird aus der Küche, WC und Bad abgesaugt und nach Durchströmen des Wärmetauschers direkt nach außen abgeführt.

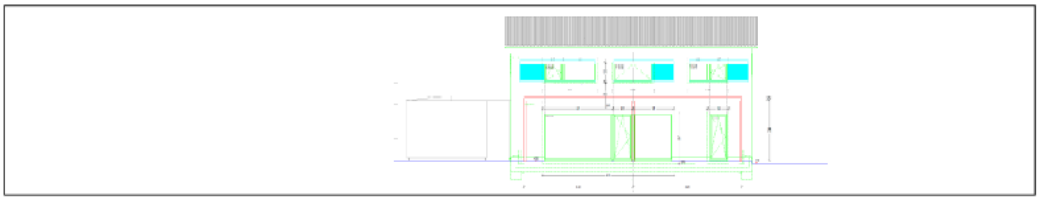
8 Wärmeversorgung

Die Warmwasserbereitung und die Raumheizung erfolgt über eine kleine Sole/Wasser Wärmepumpe von Bruderus mit einer Jahresarbeitszahl von 4,3 und einer Leistung von 5,5 kW ohne elektrische Zuheizung. Ein Warmwasserspeicher mit 120 l dient als Puffer. Die Wärmeverteilung erfolgt über Heizkörper.

9 PHPP-Berechnungen

Für die Passivhaus Projektierung mittels PHPP ist die zum Planungszeitpunkt aktuellste Version 1.6a verwendet worden. Die Klimadatenbasis stellen die regionalen Klimadaten von München mit Anpassung an 435m Höhe über NN des tatsächlichen Standorts in Adelschlag.

Passivhaus Nachweis



Objekt:	Einfamilienhaus Adelschlag	
Standort und Klima:	Adelschlag	München
Straße:		
PLZ/Ort:	85111 Adelschlag	
Land:	Deutschland	
Objekt-Typ:	Einfamilienhaus	
Bauherr(en):		
Straße:		
PLZ/Ort:		
Architekt:	Pia Regner Dipl.-Ing. (FH), ING+ARCH Partnerschaft	
Straße:	Kussenhof 2	
PLZ/Ort:	91725 Ehingen	
Haustechnik:	IB Kluge	
Straße:	Römerstr 77	
PLZ/Ort:	85072 Eichstätt	

Baujahr:	2012			
Zahl WE:	1		Innentemperatur:	20,0 °C
Umbautes Volumen V_e:	546,3	m³	Interne Wärmequellen:	2,1 W/m²
Personenzahl:	3,4			

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche

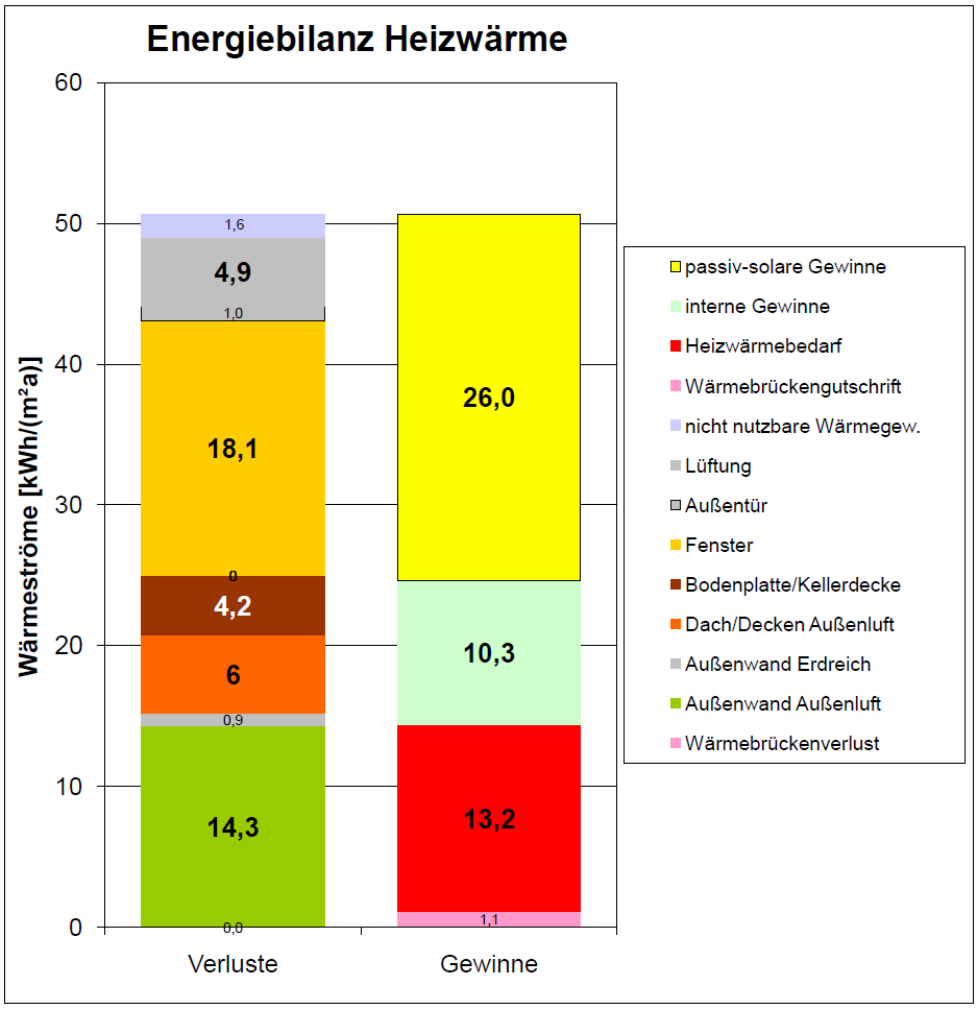
Energiebezugsfläche: 117,7 m²

	Verwendet:	Monatsverfahren	PH-Zertifikat:	Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	15	kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	ja
Drucktest-Ergebnis:	0,5	h^{-1}	0,6 h^{-1}	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	67	kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	29	kWh/(m²a)		
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:	161	kWh/(m²a)		
Heizlast:	12	W/m²		
Übertemperaturhäufigkeit:	4	%	über 25 °C	
Energiekennwert Nutzkälte:		kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	
Kühllast:	9	W/m²		

Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV

Nutzfläche nach EnEV: 174,8 m²

			Anforderung:	Erfüllt?
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	19	kWh/(m²a)	40 kWh/(m²a)	ja



Die mit PHPP berechnete Heizwärmebilanz des Einfamilienhauses in Adelschlag.

Zu den Verlusten tragen die Fenster zu fast einem Drittel bei, die Außenwände etwas mehr als ein Viertel.

Die Hälfte der Verluste wird wieder durch solare Gewinne der Fenster gedeckt (rechts). Innere Wärmequellen tragen etwa 20% zur Wärmeversorgung bei. Durch die Wärmeerzeugung der Wärmepumpe wird der Restwärmebedarf von ca. 13 kWh/(m²a) gedackt.

10 Baukosten

Das Passivhaus in Adelschlag ist 2012 fertiggestellt worden. Auf Wunsch der Baufamilie werden keine Informationen zu den Baukosten bekanntgegeben.