

Passivhaus-Objektdokumentation

Einfamilienhaus in Frankfurt



Verantwortlicher Planer: Dipl.-Ing. Architekt Peter Hufer,
arch+E Gesellschaft von Architekten mbH
<http://www.archpluse.com/>

Dieses freistehende Einfamilienhaus wurde in einem Neubaugebiet der Stadt Frankfurt errichtet. Die Orientierung ist, wie häufig im städtischen Bereich, aufgrund der Grundstücksausrichtung und der Randbebauung nicht optimal. Das Passivhaus erreicht auf Basis der auf diese Rahmenbedingungen reagierenden Planung, der intensiven Bauleitung und hochwertigen Ausführung der Gebäudehülle mit einer sehr guten Luftdichtheit sehr gute Werte und konnte zertifiziert werden. Es handelt sich um einen voll unterkellerten Massivbau. Das Haus wird seit 2012 von der Familie bewohnt. Weitere Infos zu diesem Gebäude erhalten Sie unter www.passivhausprojekte.de, Projekt-ID:2630

Besonderheiten: Wärmepumpe mit Bohrung, Regenwassernutzung

| | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| U-Wert Außenwand | 0,10 W/(m ² K) | PHPP Heizwärmebedarf | 14 kWh/(m ² a) |
| U-Wert Kellerdecke | 0,12 W/(m ² K) | | |
| U-Wert Dach | 0,09 W/(m ² K) | PHPP Primärenergiebedarf | 68 kWh/(m ² a) |
| U-Wert Fenster | 0,67 W/(m ² K) | | |
| Wärmerückgewinnung | 93 % | Drucktest n ₅₀ | 0,18 h ⁻¹ |

1 Kurzbeschreibung der Bauaufgabe

Das Bauherrenpaar, mit sehr hohem gestalterischen Anspruch, wünschte sich ein Gebäude im Bauhausstil. Zudem sollte neben der Energieeffizienz des zertifizierten Passivhauses Gewicht auf einen weiteren Aspekt fallen. Das Gebäude ist als 'Smart-Home' mit Bus- und umfangreicher Netzwerktechnik ausgestattet. Die „intelligente“ Raffstoresteuerung beispielsweise ermöglicht, dass die Verschattung dem Sonnenstand nachgesteuert wird und die Sonne nur in das Hausinnere hereingelassen wird, wenn dies gewünscht ist. Die Wärmepumpe versorgt das Gebäude mit der notwendigen Energie für das Warmwasser und den minimalen Restheizwärmebedarf. Der gemessene Wert der Luftdichtheit von $n = 0,18$ ist sehr gut für ein Einfamilienhaus (zum Vergleich: erforderlich im Passivhaus sind $n = 0,6$) und zeigt wie gut die Planung, Ausführung und Bauleitung aller für die Luftdichtheit relevanten Gewerke erfolgte. Der hochwertige Innenausbau unterstreicht den Charakter der reduzierten, modernen Eleganz der Bauhaus-Villa. Bäder sowie Einbauschränke wurden für das Gebäude durch arch+E entworfen und passen sich einzigartig den Bedürfnissen und Wünschen der Bewohner an. Die Villa mit ihrer ungewöhnlichen Raumgeometrie, den fließenden ineinander übergehenden Räumen, der teilweisen Zweigeschossigkeit sowie der partiell überdachten Dachterrasse bietet zudem ein sehr spannendes Raumerlebnis!

Wohn- und Energiebezugsfläche (ohne Terrassen): 244,50 m²

2 Ansichtsfotos Passivhaus Frankfurt



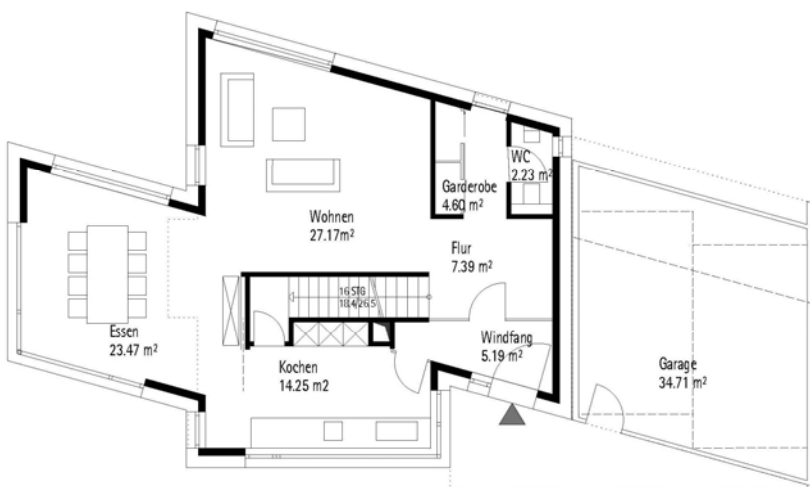


vorherige Seite: Westansicht, Wohnbereiche offen zum Park hin. (alle Fotos: arch+E)

links: Süd- und Ostansicht, der zweigeschossige Essbereich mit seiner großzügigen Verglasung ist gut erkennbar, im Vorgarten sind die blauen Türme Frischluft und Fortluft der Lüftungsanlage vor deren Verkleidung zu sehen.

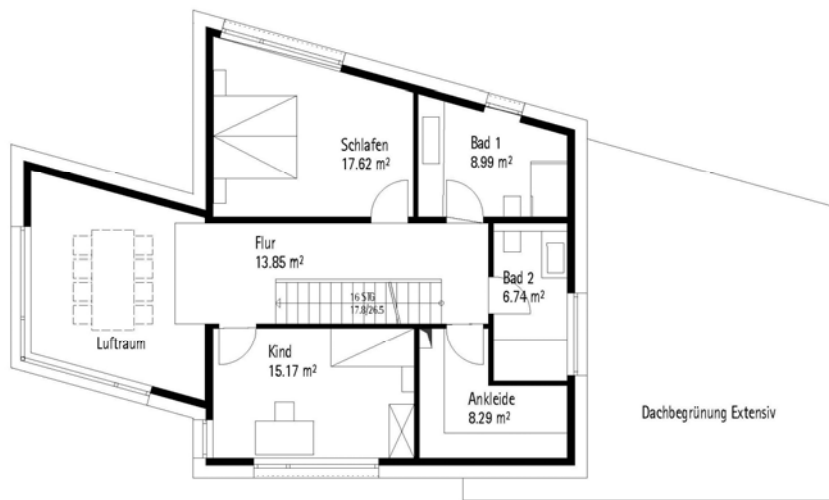
Die Ostansicht mit Eingangsbereich und Garagenzufahrt und die fast vollständig geschlossene Nordansicht sind auf dem Deckblatt abgebildet.

3 Grundrisse und Innenansichten Passivhaus Frankfurt

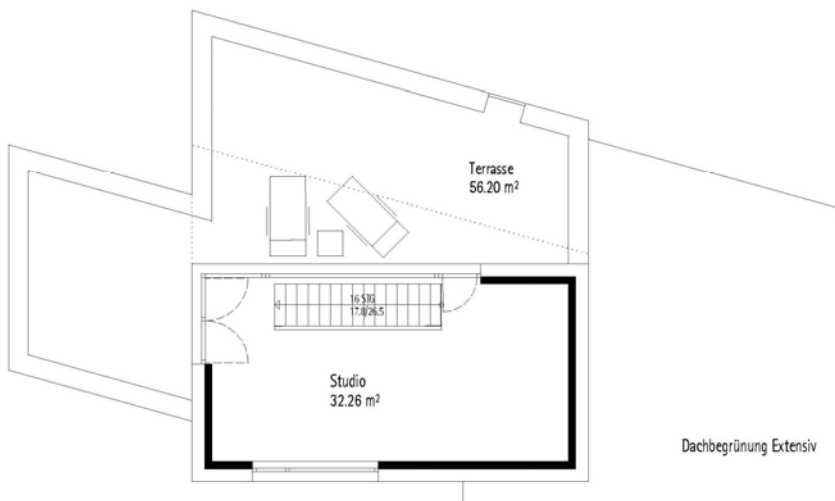


Im Erdgeschoss kann man sehr gut den bis auf den Windfang offenen Wohnbereich erkennen. Auch die ungewöhnliche Grundrissgeometrie, welche auf den angrenzenden Park Bezug nimmt, fällt auf. Eine der Anforderungen des Stadtplanungsamtes war es, beim Entwurf der Villa diese schräge Parkkante im Gebäude aufzunehmen. Hier wurde sie bewusst zum gestaltenden Element. Dadurch entsteht die Eingangssituation und es werden spannende Bezüge zum Außenraum möglich, z. B. Essbereich, der den Blick in Richtung Park ermöglicht. Die Öffnung nach Süden hat im Passivhaus einen wichtigen Stellenwert, da sich das Gebäude dadurch mit solarer Energie versorgen lässt. Dieser Grundsatz stand bei diesem Gebäude aufgrund der ungünstigen Ausrichtung scheinbar im Kontrast zum Wunsch, den Blick aus dem Haus in Richtung Parkanlage zu ermöglichen. Bewusst wurde mit den Öffnungen einerseits der

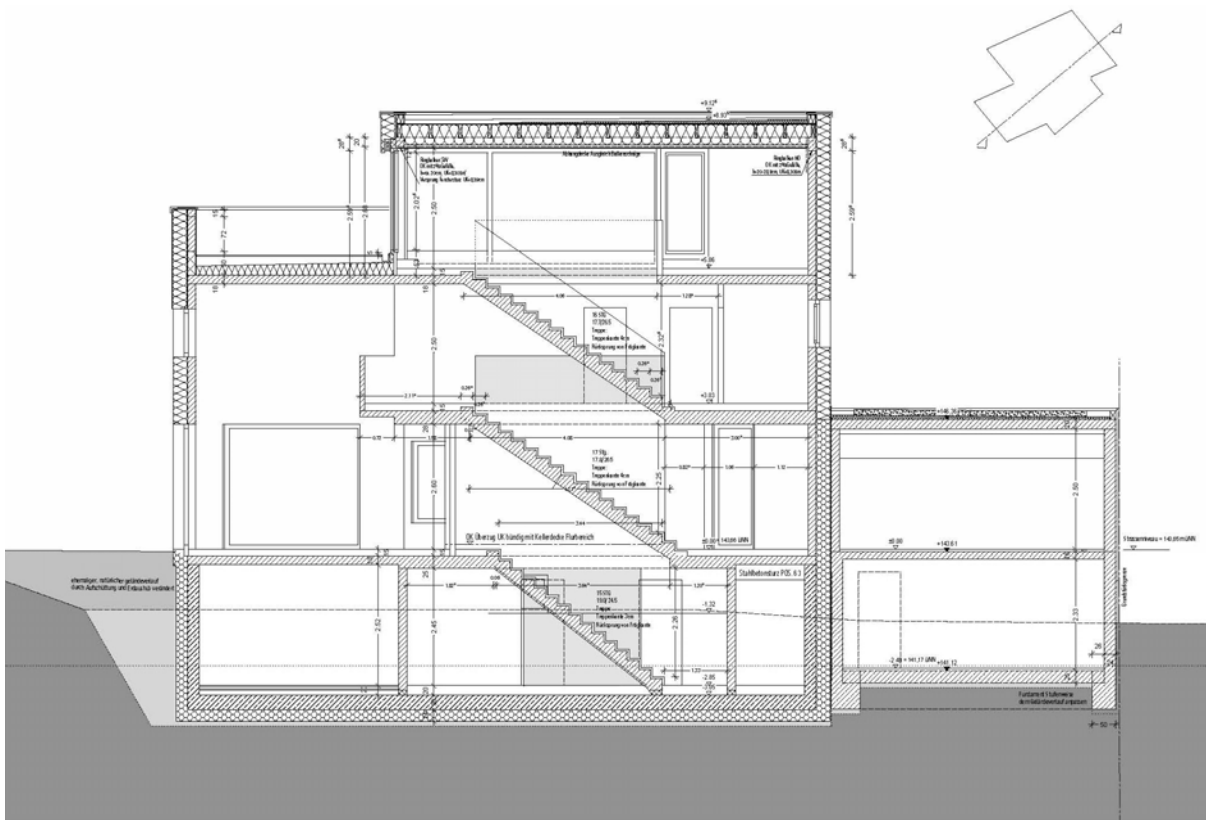
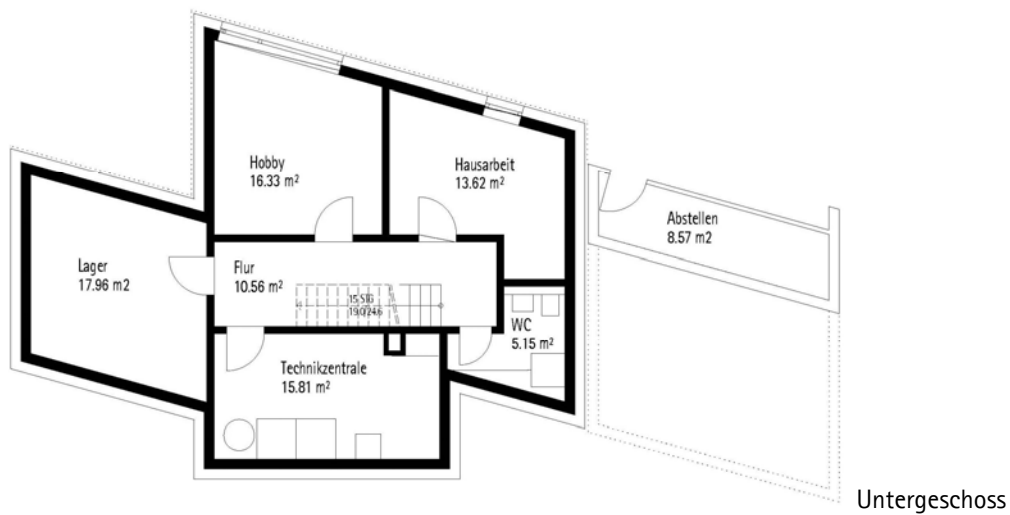
Durchblick zum im Westen gelegenen Park geschaffen. Gen Süden entstand der großzügig verglaste Essbereich, welcher mit seiner Zweigeschossigkeit die Sonne in die Tiefe des Gebäudes lenkt. Im Obergeschoss sind Schlafräume und Badezimmer untergebracht. Gut erkennbar ist hier der Luftraum über dem Essbereich mit seiner großzügigen Südverglasung. Im Dachgeschoss bietet das Studio einen flexibel zu nutzenden Raum. Das Garagendach ist extensiv begrünt. Das Grundstück weist einen deutlichen Höhenunterschied von Strassenkante zur Parkkante auf. Daher ist im Untergeschoss ein tageslichtversorgter Hobbyraum sowie ein Hausarbeitsraum untergebracht. Im strassenseitigen Gebäudeteil sind Technikraum, Waschküche, Trockenkeller sowie das Lager untergebracht. Im Untergeschoss befindet sich auch die Lüftungsanlage und die Anlagentechnik.



1. Obergeschoss



Dachgeschoss



Schnitt durch das Passivhaus. Gut erkennbar ist die ringsum geschlossene thermische Hülle mit jeweils sehr guter Wärmedämmung. Das Untergeschoss ist in die thermische Gebäudehülle integriert. Die durchgehende Gebäudedämmung am entkoppelten Garagenkörper wird im hier dargestellten Schnitt deutlich. Im Kellergeschoss ist die Technikzentrale mit Lüftungsanlage und Anlagentechnik untergebracht.



Die Innenaufnahmen von Küche, Esszimmer und Treppe zeigen einen offenen Grundriss mit ineinander fließenden Räumen. Die großzügige Südverglasung im Essbereich leitet im zweigeschossigen Gebäudeteil die Sonnenstrahlung tief in die Räume.



Das Passivhaus Frankfurt ist im Innenbereich individuell für den Bauherren durch arch+E architektonisch gestaltet. Die Bäder sowie deren Einbaumöbel sind nach Entwürfen gefertigt worden.

4 Baukosten

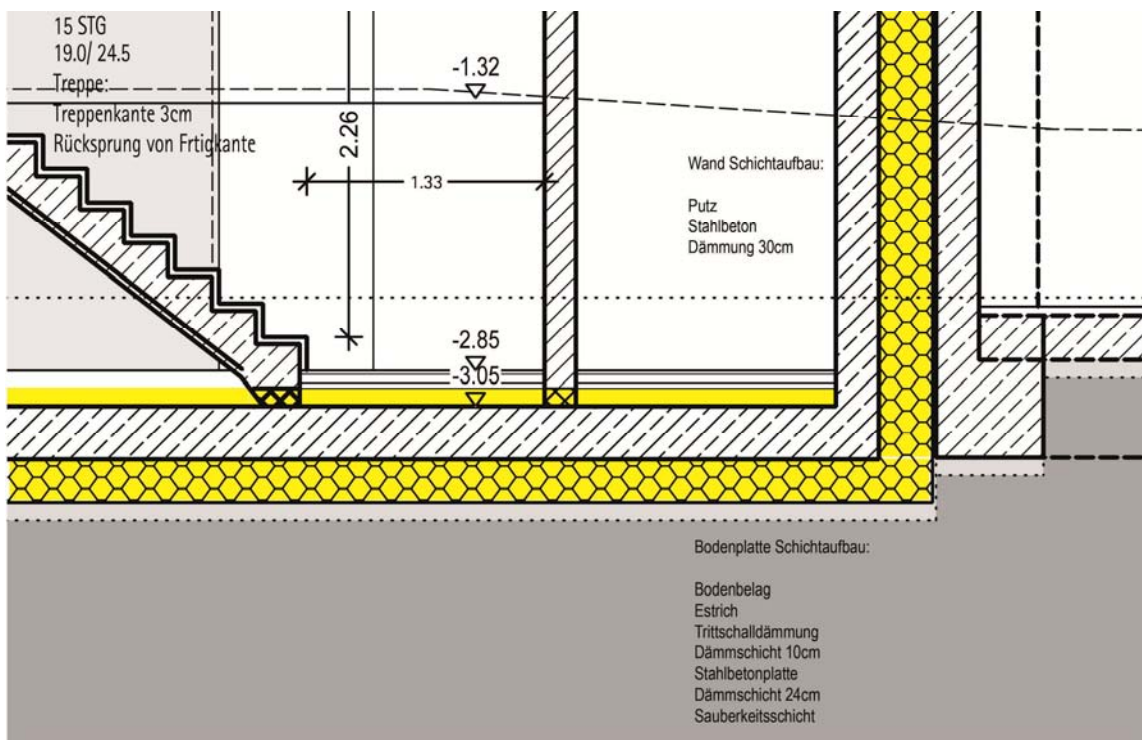
Das Passivhaus wurde 2011 gebaut und im Frühjahr 2012 bezogen. Die Kosten betragen bezogen auf die Wohn- und Nutzflächen (Kostengruppen 300 bis 400) 1900 €/m². Dieser Wert liegt zwar relativ hoch ist aber nicht repräsentativ und mit anderen Gebäuden vergleichbar. In diesen Kosten sind eine sehr hochwertige Innenausstattung incl. Schreinerarbeiten, eine überdurchschnittliche Elektroausstattung, eine Doppelgarage sowie ein Wohn-Untergeschoss, das als „Weisse Wanne“ ausgeführt worden ist, enthalten.

5 Nutzerzufriedenheit, Nutzerverhalten

Die Nutzer sind mit dem Klima und der Behaglichkeit im Gebäude sehr zufrieden, insbesondere werden die gleichmäßige Temperatur der Räume, die geringen jährlichen Kosten, die immer frische Luft und die angenehmen Temperaturen im Sommer im Vergleich zur vorherigen Wohnung als sehr positiv empfunden.

6 Konstruktionsdetails der Passivhaushülle und -Technik Passivhaus Frankfurt

6.1 Konstruktion inkl. Dämmung der Bodenplatte bzw. Kellerdecke mit Anschlusspunkten zu Außen- und Innenwänden





Zur Vermeidung von Wärmebrücken am Fußpunkt des aufsteigenden Mauerwerks ist der Keller, der als wasserundurchlässige Betonwanne ausgeführt ist, lückenlos gedämmt. Zudem ist das aufgehende Mauerwerk am Fusspunkt auf einer Porenbeton-Steinlage aufgestellt. Auf der Bodenplatte verläuft in gleicher Ebene die innere Bodenplattendämmung.

Aufbau der Bodenplatte: U-Wert $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 240 mm Polystyrol-Hartschaumplatten; 300 mm Stahlbeton; 100 mm Polystyrol-dämmung; 30 mm Trittschalldämmung, 50 mm Zementestrich; 9 mm Fliesen.

6.2 Konstruktion inkl. Dämmung der Außenwände



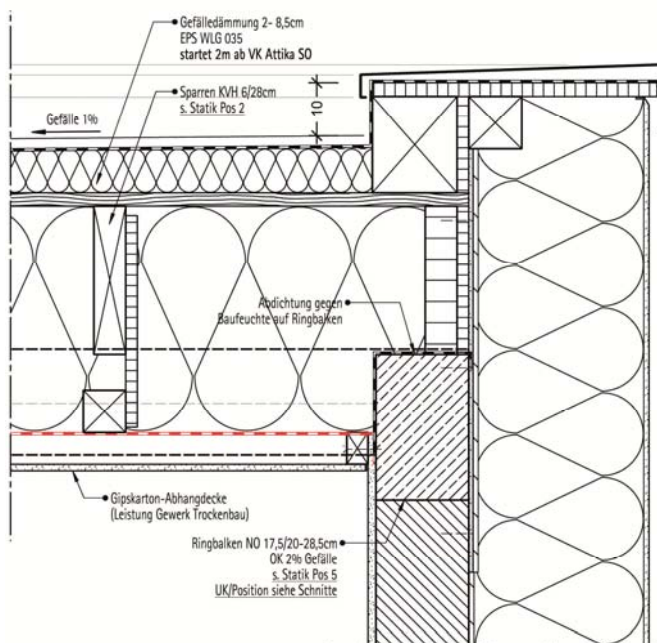
Der Aufbau der Außenwand. Die gemauerte 17,5 cm Kalksandsteinwand ist innen mit Gipsputz verputzt. Außen ist ein Wärmedämmverbundsystem mit einer Dämmdicke von 320 mm aufgebracht, das außen einen Verputz aufweist. Der U-Wert dieses Aufbaus beträgt $0,096 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Links oben: Die Anbringung der Dämmlage mit 320 mm dicken Dämmplatten aus expandiertem Polystyrol (EPS). Die Platten werden mit einem zementgebundenem Kleber direkt

auf das Mauerwerk geklebt; jede Platte wird mit einem am Rand umlaufenden Kleberwulst versehen, um die Hinterströmung zusammenhängender Lufträume zwischen Platten und Wand zu verhindern. Jeder verbleibende Spalt wird nachträglich mit Schaum ausgesprüht. Rechts oben: Die Fenster sind vor dem Mauerwerk auf thermisch entkoppelten Konsolen befestigt. Die Außenwanddämmung wird an die Befestigungen angearbeitet.

Aufbau der Außenwand: U-Wert 0,096 W/(m²K)

Außenputz; 320 mm Polystyrol-Hartschaum; 175 mm Kalksandsteinmauerwerk; 15 mm durchgehender Innen-Gipsputz; Vlies, Farbanstrich.

6.3 Konstruktion inkl. Dämmung des Daches

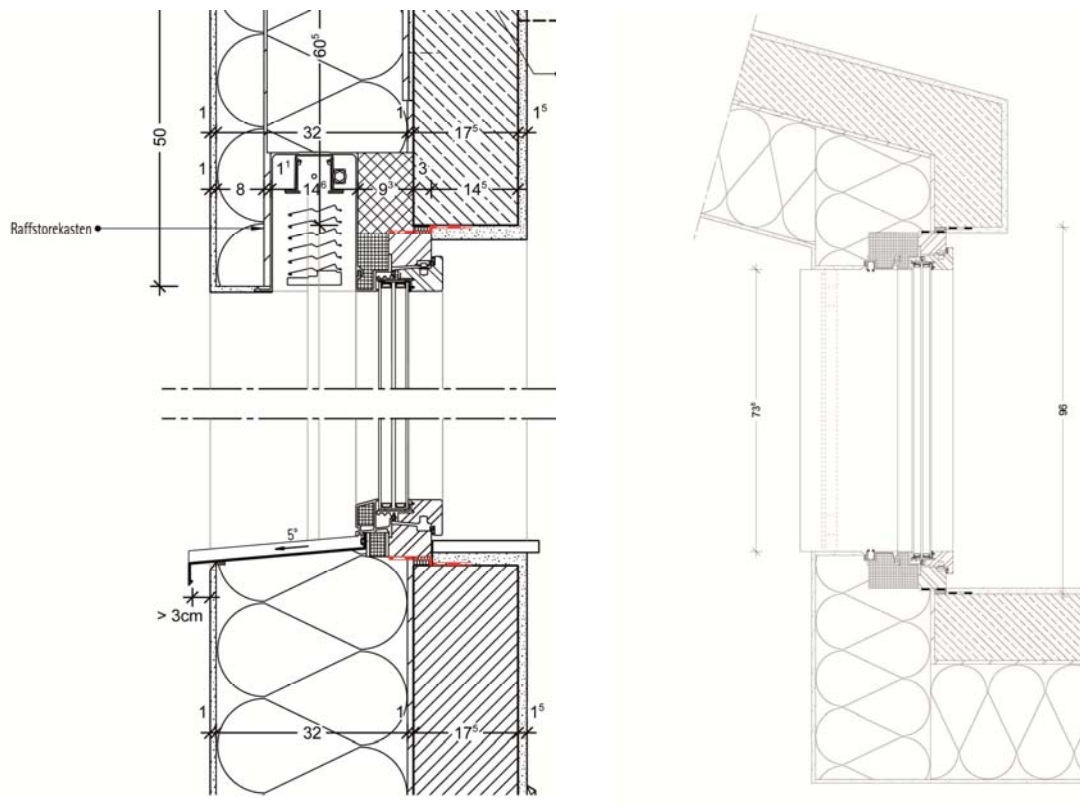


Der Dachaufbau besteht aus Stegträgern, oben als Schnitt und Untersicht vor Verkleidung zu sehen. Der Zwischenbereich ist vollständig gedämmt. Oberhalb ist zusätzlich die Gefälledämmung verlegt. Zum Raum hin folgt die durchgehende Luft- und Dampfdichtung. Die Verwendung von Gründächern war im Baugebiet für die Garagendächer bindend festgelegt.

Aufbau des Daches: U-Wert 0,094 W/(m²K)

Gefälledämmung, Sparren aus Holz (Steg aus Hartfaserplatte), fugenlos verklebte Luftdichtung aus Folie, Konterlattung, Gipskartonplatte, gesamter Hohlraum (510 mm) mit Zellulose ausgefüllt.

6.4 Fensterschnitte inkl. Einbauzeichnung



Schnitt vertikal

Schnitt horizontal

Die Fenster eines Passivhauses lassen die notwendige Sonnenwärme in das Haus, deren guter Wärmeschutz verhindert, dass die Wärme entweichen kann. Sie sind die Sonnenkollektoren des Hauses. Die hohe Qualität der zertifizierten Elemente und deren Einbau stellen sicher, dass die Bauteiltemperaturen insbesondere auch beim Fenster nicht niedriger als 17°C absinken, so dass die Behaglichkeit auch im Bereich des Fensters gegeben ist. Erst dadurch ist es möglich Heizflächen zu minimieren oder ganz wegzulassen.

Das verwendete Fenster entstammt der Fa. Pazen mit Holzrahmen und äußerer Fiberglasschale weist folgende Werte auf: Der U_f -Wert des Rahmens ist $0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$. Der Wärmedurchgang der Dreifachverglasung U_g -Wert beträgt $0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$ nach EN 673. Der Scheibenzwischenraum ist mit Edelgas gefüllt und mit einer warmen Kante (Randverbund der Glasscheibe) ausgestattet. Der g-Wert beträgt 52%.

7 Beschreibung der luftdichten Hülle; Dokumentation des Drucktestergebnisses



Fenster: Die Fensterkanten werden mit speziellen einputzbaren Fensterdichtbändern abgedichtet

Für das Passivhaus ist eine sehr dichte Gebäudehülle erforderlich, der Zielwert von unter $0,6 \text{ h}^{-1}$ für den 50 Pa-Drucktestluftwechsel muss unterschritten werden. Unsere Passivhäuser haben bei Massiv- sowie Holzbauten bereits gute Werte zwischen 0,24 und 0,35 erreicht. Bei einem Einfamilienhaus, welches die guten Werte für die Luftdichtheit aufgrund des A/V-Verhältnisses nicht so leicht erreicht wie größere Gebäude ist das sehr gute Ergebnis von $0,18 \text{ h}^{-1}$, welches hier erreicht wurde, auf die konsequent gute Planung + Ausführung zurückzuführen.

Außenwand: Für die Luftdichtung im Bereich der Außenwände wurde im Passivhaus ein vollflächig aufgebrachter Innenputz aus Gips verwendet. Es wurde speziell darauf geachtet, dass alle Mauerwerksbereiche vollständig verputzt wurden: Insbesondere auch die Bereiche, die im fertigen Innenraum gar nicht sichtbar sind. Der Putz reicht also von Oberkante Rohfußboden bis Unterkante Rohdecke.

Dach: Für das Dach wurden spezielle Leichtbauträger verwendet, die eine extrem dicke Wärmedämmung bei nur sehr geringer Wärmebrückenwirkung erlauben. Die Dichtheit dieser Konstruktion wird durch eine durchgehende Folie erreicht, die in großen Bahnen unter der Konterlattung angetackert wurde. Diese wird an der Wand eingeputzt. Durchdringungen werden abgedichtet.

Bodenplatte: Ortbeton ist in sich dicht. Durchdringungen wurden verschlossen.

Der erste Drucktest wurde nach Fertigstellung der luftdichten Hülle durch das Ingenieurbüro Energie und Haus durchgeführt.



ENERGIE & HAUS
Qualitätssicherung im Bauwesen

Ahastraße 9 - 64285 Darmstadt
Tel.: 06151-1014443 / Fax: 06151-305611
info@energie-und-haus.com
www.energie-und-haus.com

Prüfbericht

über die Luftdichtheitsmessung

Das Gebäude/Objekt

EFH [REDACTED]

[REDACTED]

60438 Frankfurt

hat am 17.10.2012
bei der Messung der Luftdichtheit nach DIN EN 13829, Verfahren A
folgenden Wert für die Luftwechselrate bei 50 Pascal erzielt:

$$n_{50} = 0,18 \text{ 1/h}$$

Die Anforderungen an die Luftdichtheit nach Passivhausinstitut betragen
bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen:

$$n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$$

Die Anforderungen der Vorschrift werden erfüllt.

Darmstadt den 18.10.2012

Sebastian Lavo

Drucktestmessergebnisse vom 17.12.2012 aus dem
Passivhaus Frankfurt

Messung 50 Pa-Drucktestluftwechsel
 $n_{50} \text{ h}^{-1} 0,18$

8 Lüftungsplanung Kanalnetz (exemplarisch)



Das Lüftungsgerät Novus 300 der Fa. Paul weist eine Wärmerückgewinnung von 93% und eine Elektroeffizienz von 0,24 Wh/m³ auf. Das Kanalnetz ist in der Betondecke eingegossen. Die Leitungen werden an Verteilern zusammengeführt und können dort auch gereinigt werden. Die Ansaugung der Frischluft und Fortluft ist in zwei Türmen im Gartenbereich untergebracht. Die Zuluft in den Wohnräumen wird teils über Bodenauslässe in die Räume eingeleitet. Die Luft gelangt über Türschlitze in den Überströmbereich, dann wird sie mit der Abluft aus Bädern und Küche als Fortluft an dem hocheffizienten Wärmetauscher vorbeigeführt. Die Regeleinheit ist komfortabel im Wohnbereich untergebracht.

9 Wärmeversorgung



Weil die Bereitstellung von Warmwasser den höchsten Energiebedarf dieses Hauses darstellt, ist ein effizientes Brauchwassersystem hier von großer Bedeutung. Die Bauherren entschieden sich für eine Erdwärmepumpe mit einer Tiefenbohrung.

Planungsbeteiligte:

Lüftung: Fa. Paul

Haustechnik: arch+E in Zusammenarbeit mit ausführenden Firmen

10 PHPP-Berechnungen

Passivhaus Nachweis



| | | | |
|------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Objekt: | Wohnhaus [REDACTED] | | |
| Standort und Klima: | Frankfurt am Main | | |
| Straße: | [REDACTED] | | |
| PLZ/Ort: | 60438 Frankfurt am Main | | |
| Land: | Deutschland | | |
| Objekt-Typ: | Einfamilienhaus | | |
| Bauherr(en): | Frau [REDACTED], Herr [REDACTED] | | |
| Straße: | [REDACTED] | | |
| PLZ/Ort: | 60438 Frankfurt am Main | | |
| Architekt: | Arch+E Gesellschaft von Architekten mbH | | |
| Straße: | Marktplatz 2 | | |
| PLZ/Ort: | 61118 Bad Vilbel | | |
| Haustechnik: | | | |
| Straße: | | | |
| PLZ/Ort: | | | |
| Baujahr: | 2011 | | |
| Zahl WE: | 1 | Innentemperatur: | 20,0 °C |
| Umbautes Volumen $V_{e,i}$: | 1214,8 m ³ | Interne Wärmequellen: | 2,1 W/m ² |
| Personenzahl: | 4,0 | | |

| Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| Energiebezugsfläche: | 244,5 m ² | | |
| | Verwendet: | Monatsverfahren | PH-Zertifikat: |
| Energiekennwert Heizwärme: | 14 kWh/(m²a) | | 15 kWh/(m ² a) ja |
| Drucktest-Ergebnis: | 0,2 h⁻¹ | | 0,6 h ⁻¹ ja |
| Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom): | 68 kWh/(m²a) | | 120 kWh/(m ² a) ja |
| Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom): | 35 kWh/(m ² a) | | |
| Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom: | kWh/(m ² a) | | |
| Heizlast: | 10 W/m ² | | |
| Übertemperaturhäufigkeit: | 0 % | über 25 °C | |
| Energiekennwert Nutzkälte: | kWh/(m²a) | | 15 kWh/(m ² a) ja |
| Kühllast: | 6 W/m ² | | |

| Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV | | | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| Nutzfläche nach EnEV: | 388,7 m ² | | |
| Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom): | 22 kWh/(m²a) | Anforderung: | 40 kWh/(m ² a) ja |

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: _____
gezeichnet: _____

PHPP-Dokument des Passivhauses Frankfurt. Für das freistehende Einfamilienhaus ergibt sich der Energiekennwert $q_H = 14,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Das PHPP wird hausintern, entwurfsbegleitend von arch+E eingegeben und zur Zertifizierung an die Zertifizierungsstelle geleitet.

Auszug Referenzobjekte arch+E



Neubau:

- Zertifiziertes Passivhaus in Bad Vilbel – Gronau
- Zertifiziertes Passivhaus in Glashütten
- Zertifiziertes Passivhaus in Egelsbach
- Zertifiziertes Passivhaus in Bad Vilbel – Dortelweil
- Zertifiziertes Passivhaus in Riedstadt – Crumstadt



Energetische Sanierung:

- Sanierung zum Passivhaus im Bestand in Eppstein – hessische Passivhausförderung



vorher



nachher