



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



Effizienzhaus – Plus

Pro-Klima-Haus, Bad Homburg

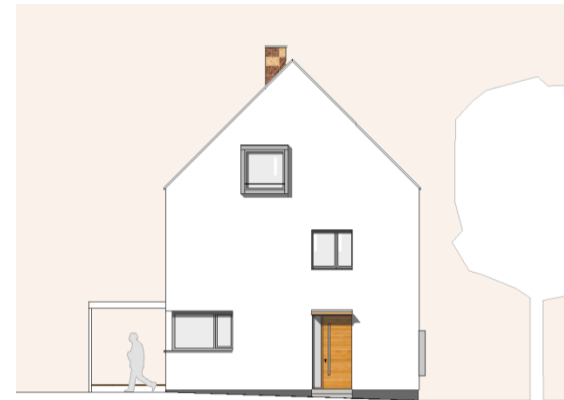


»Pro-Klima-Haus, Bad Homburg«	
Standort:	Ulmenweg 1a, 61532 Bad Homburg
Bauherr:	Steffen Klawitter, steffen.klawitter@gmx.de
Ansprechpartner:	Steffen Klawitter

Allgemeine Daten

Baujahr:	2013
Bruttogrundfläche:	358 m ²
Beheizte Nettogrundfläche:	169 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen:	950 m ³
Hüllflächenfaktor A/V:	0,61 m ⁻¹
Stromüberschuss:	711 kWh/a*

*dies entspricht einer jährlichen Fahrleistung eines mittleren E-PKWs von ca. 4.200 km (17 kWh/100km)



Süd-Ostansicht Pro-Klima-Haus

Projektübersicht

Ziel des Bauherrn war es ein Effizienzhaus Plus zu errichten, das in Summe über das Kalenderjahr ein energetisches Plus erzeugt. Dies wird durch eine Luft/Wasser-Wärmepumpe erreicht, die vorrangig mit dem von der Photovoltaikanlage generierten Strom Wärme produziert sowie durch einen wasserführenden Scheitholzkaminofen, der in der strahlungsarmen und kalten Jahreszeit die Wärmepumpenanlage unterstützt. Sofern beide Quellen nicht ausreichend Energie zur Verfügung stellen, wird die Energiedifferenz durch Ökostrom beglichen.

Zusätzlich ist das Effizienzhaus Plus durch die Wahl der Baustoffe unter ökologischen und bauphysikalischen Gesichtspunkten optimiert. Seine Architektur ist geradlinig und freundlich und schafft so ein Gebäude, das sich in die Nachbarschaft einfügt und sie gleichzeitig bereichert. Das Gebäude dokumentiert gleichzeitig, das sich Häuser dieser Art mit normalem Aufwand errichten lassen.

Lage

Breitengrad:	50,14 °N
Längengrad:	8,36 °O
Höhenlage:	194 m über NN
Mittlere Jahrestemperatur:	9,1 °C
Mittlere Wintertemperatur (Oktober – April):	4,2 °C
TRY - Klimazone / Referenzstation:	Klimazone TRY 07, Kassel

**Kosten für die Realisierung**

KG 300 ca. 323.000 €

KG 400 ca. 120.000 €

Zusätzliche Informationen

Projektpartner

- Architekt: bb22 architekten + stadtplaner, Taunusstr. 21, 60329 Frankfurt am Main, www.bb22.net, verantwortlicher Partner: Martin Wilhelm, Dipl. Ing. Architekt BDA
- Monitoring: ina Planungsgesellschaft mbH, Dipl.-Ing. Isabell Passig, c/o TU Darmstadt, FG Energieeffizientes Bauen, El-Lissitzky-Straße 1, 64287 Darmstadt info@ins-darmstadt.de
- Technische Gebäudeausrüstung: Fehl & Sohn GmbH, Dipl.-Ing. Oliver Fehl, Auf dem Brühl 4-6, 36399 Freiensteinau, Elektro Buchmann GmbH, Uwe Buchmann, Rudolf-Diesel-Straße 8, 61273 Wehrheim

Literatur, Quellenangaben

[1] Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de

Abbildungsnachweis

- Fotos, Plan-Grundlagen für Schnitt und Grundrisse: Steffen Klawitter und bb22
- Grafik Haustechnik: Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abteilung Energieeffizienz und Raumklima – www.ibp.fraunhofer.de/eer

Architektur

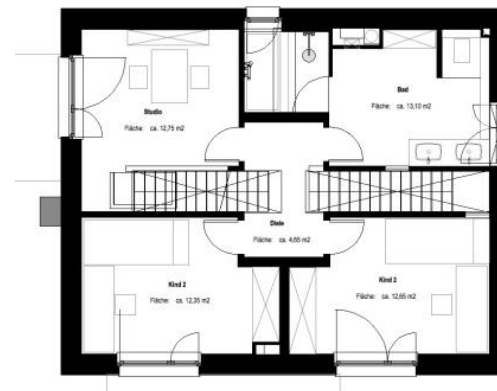
Bei der Konzeption des Hauses stand die Anpassung an das sehr kleine, asymmetrische Grundstück sowie die Einfügung in die Nachbarschaft durch die Wahl einer klassischen Bauform mit Satteldach im Vordergrund. Durch die Ausrichtung des Hauses wurden die Blickachsen optimiert. Trotz der engen Bebauung gelingt dadurch der „Blick ins Grüne“. Mit der offenen Architektur und den großen Fenstern wirkt das Haus hell und großzügig, der Bezug zum Außenraum wird mehrfach durch große Fenstertüren hergestellt.

Dem Haus sieht man auf den ersten Blick nicht an, dass es sich um ein Effizienzhaus Plus handelt. Das „Plus“ wird - neben einer sehr guten Dämmung der Außenbauteile und einem besonders hohen Einstrahlungsgewinn durch Weißglasfenster, insbesondere durch schwarze PV-Module erreicht, die in das Satteldach gestalterisch integriert sind. Neben dem Effizienzhaus Plus Standard wurde auf die Verwendung natürlicher Baustoffe geachtet. Zu einem späteren Zeitpunkt kann über weitere PV-Module auf den Außengebäuden (Schuppen, Doppelgarage) zusätzlicher regenerativer Strom für elektrische Mobilität zur Verfügung gestellt werden.

Die Wohnräume verteilen sich über 4 Ebenen. Im Erdgeschoss ist der Wohn-/Essbereich angeordnet. Im 1. OG befinden sich zwei Kinderzimmer, ein Studio und ein großes Badezimmer. Im Dachgeschoss liegen neben einem weiteren offenen Wohn-/Arbeitsbereich das Elternschlafzimmer mit Galerie im Spitzboden und ein kleineres Badezimmer. Im Keller befinden sich ein Gästezimmer, ein Hobbykeller, ein Kellerraum sowie die Haustechnik.



Erdgeschoss-Grundriss



Obergeschoss-Grundriss



Dachgeschoss-Grundriss

Bauteile

Die Transmissionswärmeverluste des Gebäudes werden durch geringe U-Werte der Gebäudehülle sowie eine wärmebrückenreduzierte Konstruktion minimiert. Das Haus entspricht dem KfW-Effizienzhaus55-Standard. Dabei wurde bei der Konstruktion zwischen Zwängen des Grundstücks, Orientierung, Platzbedarf, Bauphysik, Ökologie, Kosten und Transmissionswärmeverlusten abgewogen.

Die Außenwand besteht aus 42,5 cm-starkem Ziegelmauerwerk (Unipor-W8) und besitzt einen U-Wert von 0,18 W/(m²K).

Die Kellerwand und die Bodenplatte wurden aus wasserundurchlässigem Beton ausgeführt und mit 16 cm Wanddämmung (U-Wert 0,21 W/(m²K)) und 12 cm Bodenplattendämmung (U-Wert 0,18 W/(m²K)) versehen.

Das Dach ist als sogenanntes Hallerdach mit 24 cm Mineralwolle und 8 cm Polystyrol-Hartschaumdämmung ausgeführt. Der U-Wert beträgt 0,13 W/(m²K).

Die Fenster sind bis auf die Dachflächenfenster mit Dreifachverglasung ausgeführt, ihr U-Wert beträgt maximal 1.1 W/(m²K)

Aufbau der Bauteile der Gebäudehülle und ihr U-Wert

Bauteil	Aufbau / Material	Dicke [mm]	U-Wert [W/(m ² K)]
Außenwand (von innen nach außen)	Kalkgipsputz	25	0,18
	Mauerwerk aus Unipor W8	425	
	Leichtputz	25	
Fenster	Fenster mit Dreifachverglasung (g-Wert 0,5 – 0,7)	-	0,88-1.1
Dach (von oben nach unten)	PV-Module in Dach integriert		0,13
	Mineralischer Faserdämmstoff WLG 035 zwischen Sparren	240	
	PS-Hartschaum WLG 040	80	
Bodenkonstruktion (von oben nach unten)	Gipskartonplatte	10	0,18
	Estrich	50	
	Trittschall-Dämmung	20	
	Wärmedämmung WLG 035	40	
	Betonplatte	300	
	Perimeterdämmung WLG 035	120	
Kellerwand (von innen nach außen)	Kalkgipsputz	15	0,21
	Stahlbeton	240	
	Wärmedämmung WLG 035	160	

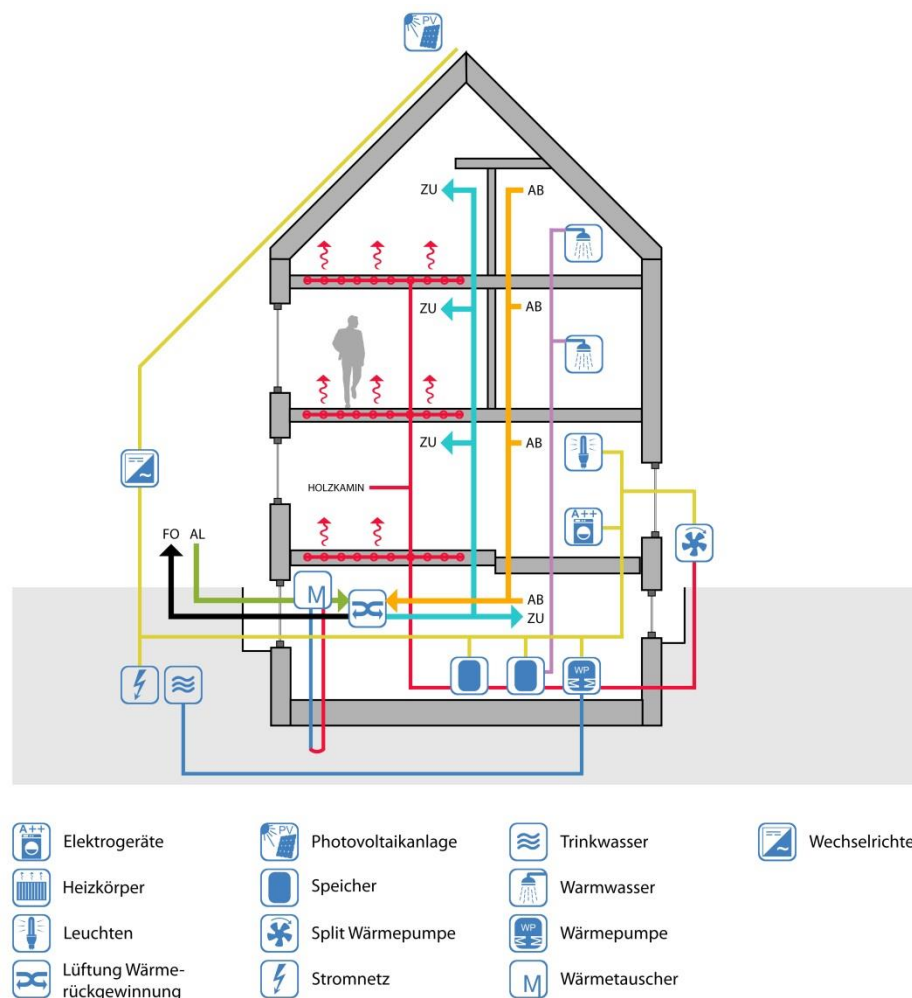
Anlagentechnik

Eine Luft/Wasser-Split-Wärmepumpe mit einer Heizleistung von 6,4 kW nutzt die Außenluft als Wärmequelle für die Erwärmung eines Heizungspufferspeichers (1000l) und eines bivalenten Warmwasserspeichers (500 l).

Ein wasserführender Scheitholzkamin kann in den kalten Wintermonaten das Heizsystem unterstützen (NW-Leistung 14,4 kW und 75% Wärmeabgabe an den Pufferspeicher), indem er den Heizpufferspeicher belädt. So kann der Wärmebedarf auch bei geringen solaren Gewinnen vollständig gedeckt werden. Die Heizwärme wird in allen Geschossen über eine Niedertemperatur-Fußbodenheizung an den Raum übergeben.

Für die kontrollierte Wohnraumlüftung sorgt eine Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Mehr als 86% der in der Abluft enthaltenen Wärme werden durch die Anlage zurück gewonnen und dem Raum über die Zuluft wieder zugeführt. Mit einem System von in Boden und an den Außenwänden liegenden Zuluftöffnungen wird sichergestellt, dass die Räume optimal durchspült werden und gleichzeitig keine Zugluft auftritt. Zusätzlich ist in das System ein Solewärmetauscher integriert, der das Erdreich als Wärmequelle mit einbindet. Im Winter wird so die Außenluft aus Frostschutzgründen vorerwärmt und im Sommer vorgekühlt.

Ein Teil der aus der Photovoltaik gewonnenen elektrischen Energie betreibt die Wärmepumpe. Bei der in das Dach integrierten PV-Anlage (Nennleistung 9,38 kWp bei $A_{PV} = 45,70m^2$) werden monokristalline Hochleistungsmodul in schwarzer Optik mit einem Modulwirkungsgrad von 21 % verwendet. Die PV-Anlage erzeugt im Jahr ca. 9.400 kWh und deckt damit den kompletten Strombedarf des Hauses. Über das Jahr gerechnet erreicht das Effizienzhaus-Plus in Bad Homburg einen Eigennutzungsgrad des mit der Photovoltaikanlage generierten Stroms von ca. 50 %. Überschüssiger Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist. Ebenso wird bei zu geringer Eigenproduktion Strom aus dem Netz bezogen.



Konzeption der Haustechnik

Endenergiebedarf und Deckung des Effizienzhauses Plus

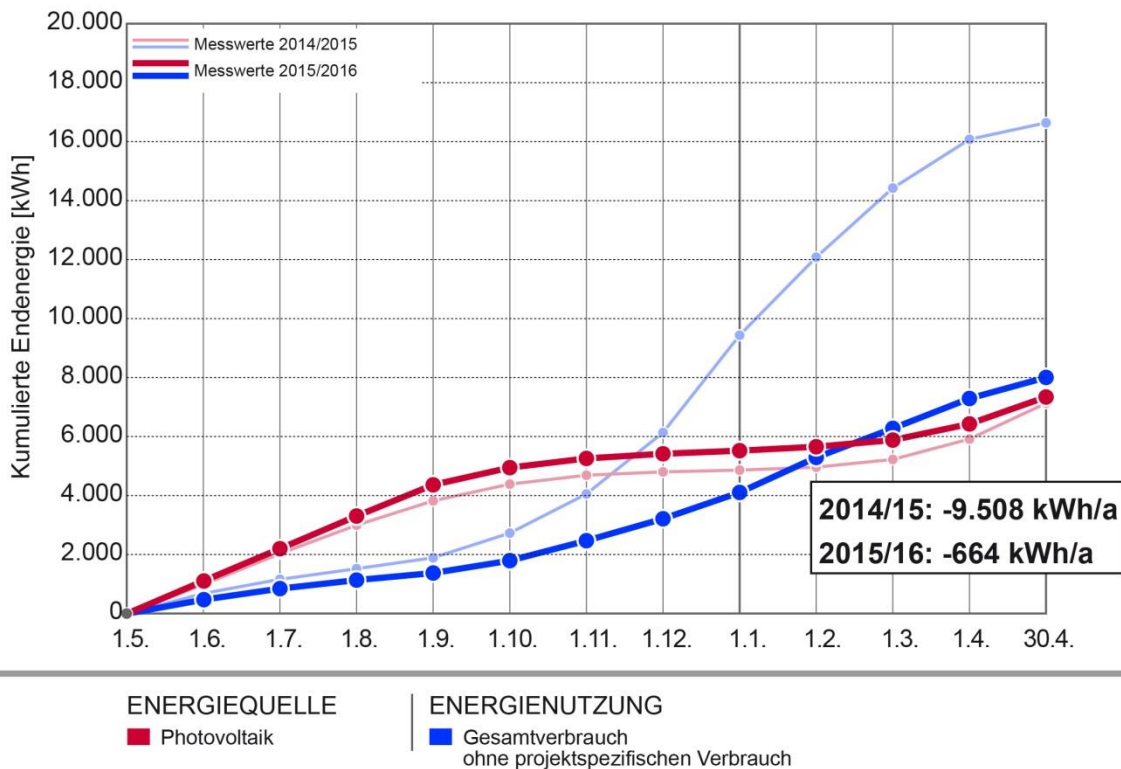
Bedarf			Deckung		
Komponente	Energiebedarf		Komponente	Stromertrag	
	[kWh/a]	[kWh/m²a]*		[kWh/a]***	[kWh/m²a]**
E-Mobilität	-		PV-Dach	9.427	206
Hilfsenergie für Heizung und Warmwasser, Lüftung	677	2,2	**) bezogen auf die PV-Modulfläche Dach – 45,7 m² ***) 50,17% des PV Ertrags kann im Gebäude selbstgenutzt werden; 49,83% werden in das öffentliche Netz eingespeist.		
Elektrische Geräte	2.500	26,5			
Beleuchtung	3.646				
Warmwasser Heizung (Strom)	1.893				
Heizung (Holz)			*) bezogen auf die Gebäudenutzfläche 304 m²		
Gesamt	8.716 kWh/a		Gesamt	9.427 kWh/a	

Primärenergiebedarf der erforderlichen Energieträger und Primärenergiegutschrift des Effizienzhauses Plus

Energiebezug von außerhalb			Gutschrift durch Einspeisung		
Komponente	Primärenergiebedarf der notwendigen Energieträger		Komponente	Stromüberschuss	
	[kWh/a]****	[kWh/m²a]*		[kWh/a]***	[kWh/m²a]**
E-Mobilität	-		PV-Dach	13.154	288
Elektrische Geräte	1.973	6,5	**) bezogen auf die PV-Modulfläche Dach – 45,7 m² ***) vom PV Ertrag wird 49,83 % in das öffentliche Netz eingespeist.		
Beleuchtung	3.052	10,0			
Warmwasser Heizung (Strom)	351	1,2			
Heizung (Holz)					
*) bezogen auf die Gebäudenutzfläche 304 m² ****) vom PV Ertrag wird 50,17% im Haus selbst genutzt und mindert so den Bezug aus dem öffentlichen Netz			*) bezogen auf die Gebäudenutzfläche 304 m²		
Gesamt	5.375 kWh/a		Gesamt	13.154 kWh/a	

Ergebnis des 2-jährigen Monitorings

KUMULIERTE ENDENERGIE



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
Stresemannstraße 128-130
10117 Berlin

Ansprechpartner / Projektleitung

Architektin Dipl.-Ing. Petra Alten
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
Krausenstraße 17-18
10117 Berlin

Stand

Februar 2017

Verfasser und Gestaltung

Antje Bergmann, Hans Erhorn, Michael Geiger, Irmgard Haug
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Titelbild

Pro-Klima-Haus, Bad Homburg
(Quelle: bb22)

Wichtige Links für Forschung und Förderung

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit – www.bmub.de

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung – www.bbr.bund.de

Forschungsinitiative »Zukunft Bau« – www.forschungsinitiative.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abteilung Energieeffizienz und Raumklima – www.ibp.fraunhofer.de/eer

KfW Bankengruppe – www.kfw.de

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) – www.dena.de