



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit



# Effizienzhaus – Plus

## Wohnhaus in Leonberg



	<b>»Netto-Plusenergiegebäude mit Stromlastmanagement und Elektromobilität«</b>
Standort:	71229 Leonberg-Warmbronn
Bauherr und Ansprechpartner:	Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch

### Allgemeine Daten

Baujahr:	Mitte 2009 bis Mitte 2010
Bruttogrundfläche:	595 m <sup>2</sup>
Beheizte Nettogrundfläche:	260 m <sup>2</sup>
Beheiztes Gebäudevolumen:	1747 m <sup>3</sup>
Hüllflächenfaktor A/V:	0,63 m <sup>-1</sup>
Stromüberschuss:	6.947 kWh/a*

\*dies entspricht einer jährlichen Fahrleistung eines mittleren E-PKWs von ca. 41.000 km (17kWh/100km)



Süd-Ostansicht Netto-Plusenergiegebäudes

### Projektübersicht

Das zweigeschossige Wohngebäude befindet sich in Leonberg-Warmbronn in der Nähe von Stuttgart. Durch die Verbindung von anspruchsvoller Architektur mit einem visionären Energiekonzept und dem dazugehörigen Monitoring wird erreicht, dass die jährliche Energielieferung durch Solaranlagen (Photovoltaik und Solarthermie) größer ist als der Gesamtenergiebedarf (Raumheizung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung, Haushaltsstrom etc.) des Gebäudes. Durch ein intelligentes Stromlast-Management und des Einsatzes des Stromüberschuss für die private Elektromobilität wird ein hoher Eigenstrom-Nutzungsanteil erzielt.

**Lage**

Breitengrad:	48,76 °N
Längengrad:	8,98 °O
Höhenlage:	440 m über NN
Mittlere Jahrestemperatur:	10,1 °C
Mittlere Wintertemperatur (Oktober – April):	5,4 °C
TRY - Klimazone / Referenzstation:	Klimazone TRY 06, Bad Marienberg

**Kosten für die Realisierung**

KG 300	563.000 €
KG 400	160.000 €

**Zusätzliche Informationen**

## Projektpartner

- Architekten: Berschneider & Berschneider Architekten Pilsach, [www.berschneider.com](http://www.berschneider.com)
- Monitoring: TU Braunschweig, Institut für Gebäude- und Solartechnik – IGS, [www.igs.bau.tu-bs.de](http://www.igs.bau.tu-bs.de)
- Technische Gebäudeausrüstung: EGS-plan, Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik Stuttgart, [www.egsplan.de](http://www.egsplan.de)

## Literatur, Quellenangaben

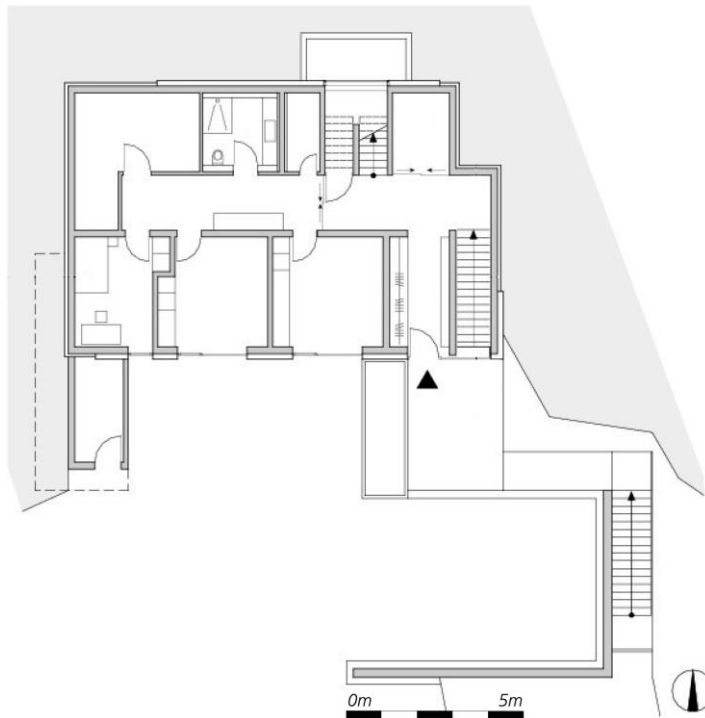
- [1] Fisch, M. N.: Netto-Plusenergie-Wohnhaus, YUTUBE-Video, Stand 2011  
[http://www.rehau.com/cms/servlet/segment/DE\\_de/bau/Referenzen/209726/Netto\\_Plusenergie\\_Wohngebaeude](http://www.rehau.com/cms/servlet/segment/DE_de/bau/Referenzen/209726/Netto_Plusenergie_Wohngebaeude)
- [2] Fisch, M. N.: Gebäude als Kraftwerk.  
URL: [http://www.uponor.de/~media/Files/Uponor/Germany/Arlberg/Beitrag\\_1\\_Fisch.ashx](http://www.uponor.de/~media/Files/Uponor/Germany/Arlberg/Beitrag_1_Fisch.ashx) Stand: März 2012
- [3] Fisch, M.N.; Das Gebäude als Kraftwerk – Netto-Plusenergiegebäude mit E-Mobilität  
TAB – Technik am Bau, 06 2011, [www.tab.de](http://www.tab.de)
- [4] Baunetz-Wissen – Beitrag Plusenergiehaus in Leonberg-Warmbronn.  
URL: [http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Heizung-Plusenergiehaus-in-Leonberg-Warmbronn\\_2141921.html](http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Heizung-Plusenergiehaus-in-Leonberg-Warmbronn_2141921.html) Stand: 15.12.2011

## Abbildungsnachweis

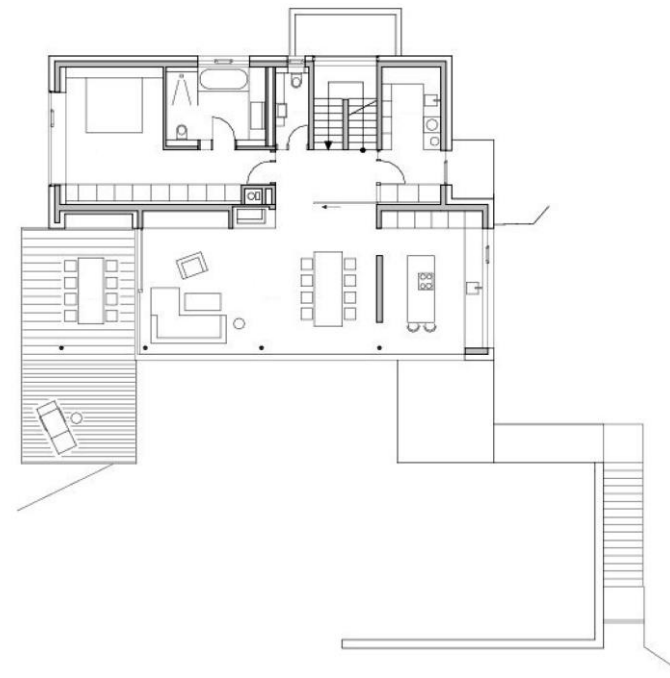
- Fotos und Grundrisse: Erich Spahn, Amberg, IGS-TU Braunschweig, Berschneider & Berschneider Architekten
- Grafik Haustechnik, Diagramm Messergebnis: Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abteilung Energieeffizienz und Raumklima – [www.ibp.fraunhofer.de/wt](http://www.ibp.fraunhofer.de/wt)

**Architektur**

Um das energetische Ziel einer positiven Jahresbilanz von benötigter und erzeugter Primärenergie zu erreichen, ist ein integrales Gebäudekonzept, d.h. ein Zusammenspiel von architektonischen Überlegungen (Ausrichtung, Gebäudeform), Gebäudehülle (U-Werte, Luftdichtigkeit) und Haustechnik (Heizungsart, Stromversorgung) notwendig. Eine optimierte Tageslichtnutzung und eine innovative sowie effiziente Gebäudetechnik verringern den Strombedarf des Bauwerks. Darüber hinaus steht eine hohe solare Eigenstromnutzung im Mittelpunkt des Projekts. Erreicht wird dies durch eine entsprechend abgestimmte Gebäudetechnik, einen Batteriepuffer und ein intelligentes Stromlastmanagement. Dadurch wird möglichst viel Energie direkt im Gebäude sowie für ein Auto und einen Motorroller mit Elektromotor genutzt und möglichst wenig in das öffentliche Netz eingespeist oder aus dem Netz bezogen.



Erdgeschoss-Grundriss



Obergeschoss-Grundriss

**Bauteile**

Die Transmissionswärmeverluste werden durch die geringen U-Werte der Gebäudehülle sowie eine wärmebrückenreduzierte Konstruktion minimiert.

Die Außenwandkonstruktion ist eine Kombination aus Beton und Kalksandstein-Mauern mit einer 22 cm starken Wärmedämmung. Das Dach ist mit 22 cm Mineralwollgedämmung und 5 cm extrudiertem Polystyrol-Hartschaum gedämmt.

Das Gebäude verfügt über an die Orientierung angepasste Verglasung (Sonnenschutzverglasung bzw. Wärmeschutzverglasung) und selektiven reflektierenden Raffstoren. Die  $U_w$ -Werte der Fenster liegen bei 0,7 bis 0,8  $W/m^2K$ , die mit Dreischeiben-Verglasungen und  $U_g$ -Werten zwischen 0,6 und 0,7  $W/m^2K$  erreicht werden.

Auf der Südseite wurden die Gesamtenergie-Durchlassgrade in Kombination mit den beweglich außen liegenden Sonnenschutz-Lamellen angepasst ( $g$ -Wert: 0,35 – 0,50) um die externen Wärmelasten außerhalb der Heizperiode zu reduzieren.

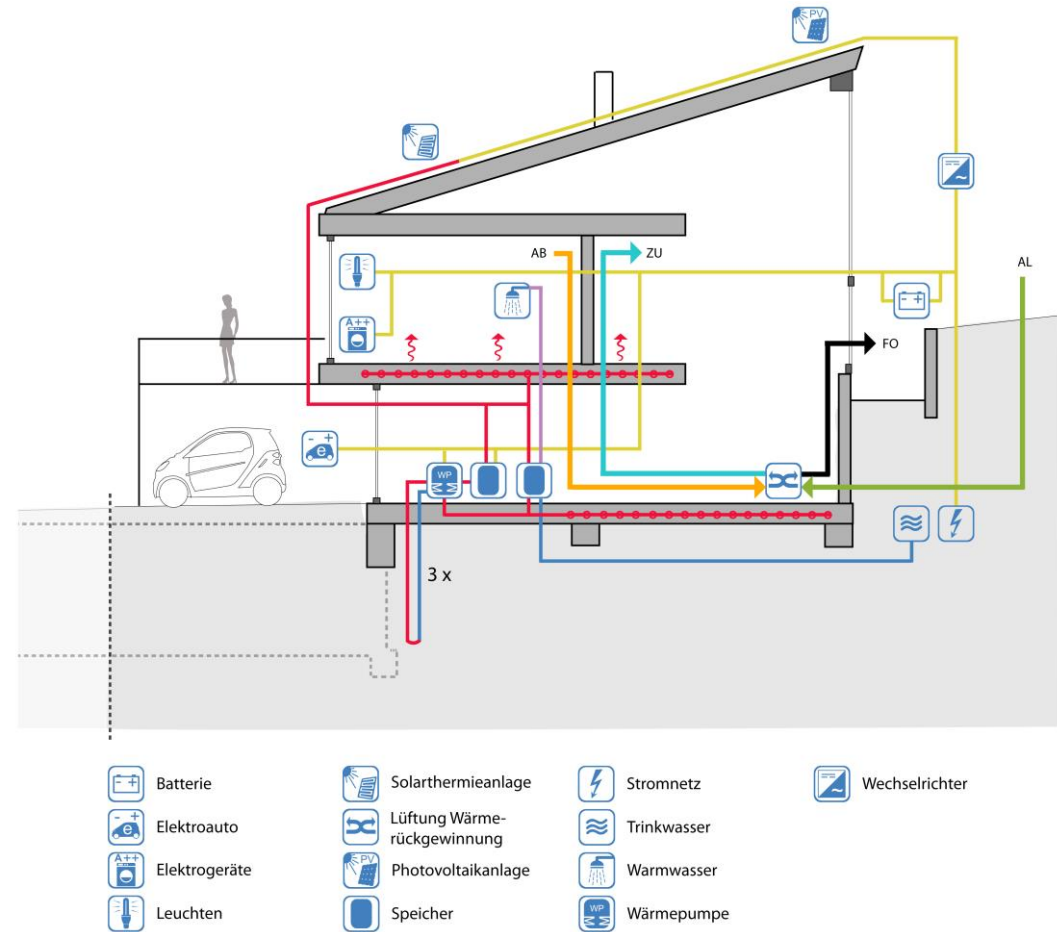
Die Geschossdecken und tragenden Innenwände sind in Beton, die nachtragenden Innenwände in Kalksandstein ausgeführt.

Aufbau der Bauteile der Gebäudehülle und ihr U-Wert

Bauteil	Aufbau / Material	Dicke [mm]	U-Wert [ $W/m^2K$ ]
Außenwand (von innen nach außen)	Stahlbeton	200	0,15
	Dämmung WLG 032	220	
	Putz	15	
Fenster	Fensterrahmen mit Dreifachverglasung ( $g$ -Wert: 0,35-0,50)	-	0,70 -0,80
Dach (von oben nach unten)	Edelstahldacheindeckung, rollennaht verschweißt	-	0,12
	Unterspannbahn mit Drainagefunktion	27	
	Holzschalung	27	
	Zwischensparrendämmung WLG 035	220	
	Dampfbremse	-	
	Dämmung WLG 035, verlegt zwischen Lattung	50	
Bodenplatte (von oben nach unten)	Gipskarton-Beplankung	13	0,30
	Heizestrich	65	
	Tackerplatte für Fußbodenheizung	30	
	Trockenestrich	25	
	Dämmung	110	
	Feuchtesperre	-	
	Stahlbeton	200	

### Anlagentechnik

Beheizt wird das Haus über eine elektrische Wasser/Wasser-Wärmepumpe (2,2 -3,5 kW<sub>el</sub>). Sie besitzt eine max. Heizleistung von 10 kW. Als Wärmequelle dienen drei Erdwärmesonden, die sich bis 95 m tief im Erdreich befinden. Die Wärmepumpe arbeitet zusammen mit der thermischen Solaranlage (7 m<sup>2</sup> Flachkollektorfläche) auf einen Pufferspeicher mit 825 l Wasservolumen. Im oberen Speicherteil wird das Warmwasser im Durchflussprinzip bereitet. Der untere Speicherbereich speist die Niedertemperaturheizung (Vorlauftemperatur unter 30 °C). In der mittleren Speicherzone befindet sich ein elektrischer Heizstab, der im Bedarfsfall nachheizt. Die Wärme wird überwiegend durch eine Fußbodenheizung an den Raum abgegeben. Die Fußboden- Oberflächentemperatur wird im Bereich von 22 bis max. 25 °C betrieben. Ein separater Heizkreis versorgt großflächige Wandheizkörper in den zwei Bädern. Ein zentrales Lüftungsgerät (max. 225 m<sup>3</sup>/h) mit Wärmerückgewinnung (Kreuzstrom-Wärmetauscher) versorgt von der Technikzentrale im Erdgeschoss aus, die Wohn- und Schlafräume mit Frischluft. Diese wird über ein 75 m langes Erdwärmetauschersystem vorkonditioniert, das sich in 2 bis 3 m Tiefe im Erdreich befindet. Im Winter wird die Außenluft auf 5 bis 10 Grad vorgewärmt. Außerhalb der Heizperiode lüften die Bewohner über die Fenster; die Lüftung bleibt ausgeschaltet außer bei extremer Hitze im Sommer. In diesem Fall lässt sie sich zur Kühlung zuschalten. Die „Fußbodenheizung“ kann im Sommer zur Kühlung über die Erdsonden genutzt („freie Kühlung“). Im Netto-Plusenergiegebäude soll neben einer positiven Jahresbilanz (PV-Strom größer Stromverbrauch) mindestens ein Drittel des Jahres-Strombedarfs direkt über die PV-Anlage gedeckt werden. Die Module der Photovoltaik-Anlage sind vollflächig auf dem nach Süden um 17° geneigten Pultdach angeordnet. Sie erbringen eine Gesamtleistung von etwa 15 kWp (Stromertrag ca. 15.000 kWh/a). Neben dem Hausnetz speist die PV-Anlage zusätzlich zwei Batterie-Systeme auf Blei/Schwefel-Basis. Die Speicherkapazität beträgt 7 und 20 kWh. Über separate Wechselrichter (2 und 8 kW<sub>p</sub> Entlade-Leistung) wird der gespeicherte Strom ins Hausnetz einspeist. Den im Sommer überschüssigen PV-Strom nutzen die Bewohner neben der internen Verwendung für ihre beiden Elektrofahrzeuge, einem PKW und einem Roller. Die Ladestation befindet sich in der Garage. Falls die Batterie im PkW (10 kWh Li-Ion) vollständig geladen ist und kein Strombedarf im Haus anliegt, speist die PV-Anlage ins öffentliche Netz. Die Wärmepumpe arbeitet tagsüber fast nur mit Strom, der über die PV-Anlage gewonnen wird (Stromlastmanagement). Dabei wird die Speichermasse (schwere Bauweise) des Gebäudes in der Heizperiode und der Pufferspeicher ganzjährig an sonnigen Tagen tagsüber „überheizt“ und damit indirekt zur Speicherung des PV-Stroms und Erhöhung des Eigenstromanteils genutzt. Die Haushaltsgeräte wie Waschmaschine, Trockner und Spülmaschine laufen meist nur tagsüber; sie werden größtenteils mit dem von der PV-Anlage gewonnenen Strom versorgt. Auch Kühl- und Gefrierschrank können nachts für einige Stunden abgeschaltet werden.



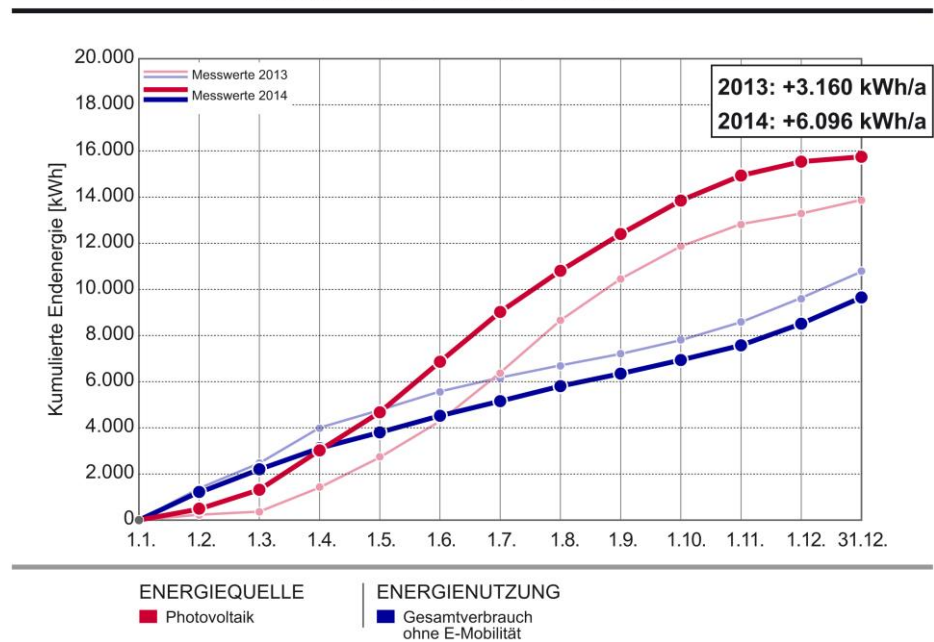
Konzeption der Haustechnik

**Energiebedarf und Deckung des Effizienzhaus Plus**

Bedarf			Deckung (geplant)		
Komponente	Strombedarf		Komponente	Stromertrag	
	[kWh/a]	[kWh/m²a]*		[kWh/a]	[kWh/kWp a]**
E-Mobilität	-		PV-Dach <small>***) bezogen auf die PV-Peakleistung 15 kWp</small>	14.816	968
Elektrische Geräte, Beleuchtung	2.500	9,62			
Heizung, Warmwasser und Lüftung einschl. Hilfsenergie	5.369	20,65			
*) bezogen auf die Wohnfläche 260 m²					
<b>Gesamt</b>	<b>7.869 kWh/a</b>		<b>Gesamt</b>	<b>14.816 kWh/a</b>	

**Ergebnis des 2-jährigen Monitorings**

**KUMULIERTE ENDENERGIE**



# Impressum

## Herausgeber

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

## Ansprechpartner / Projektleitung

MinRat Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit  
Krausenstraße 17-18  
10117 Berlin

## Stand

Dezember 2015

## Verfasser und Gestaltung

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

## Titelbild

Netto-Plusenergiegebäude mit Stromlastmanagement und Elektromobilität in Leonberg  
(Quelle: Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch)

# Wichtige Links für Forschung und Förderung

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit** – [www.bmub.de](http://www.bmub.de)

**Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung** – [www.bbr.bund.de](http://www.bbr.bund.de)

**Forschungsinitiative »Zukunft Bau«** – [www.forschungsinitiative.de](http://www.forschungsinitiative.de)

**Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abteilung Energieeffizienz und Raumklima** – [www.ibp.fraunhofer.de/wt](http://www.ibp.fraunhofer.de/wt)

**KfW Bankengruppe** – [www.kfw.de](http://www.kfw.de)

**Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)** – [www.dena.de](http://www.dena.de)