

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

IBP-Kurzbericht

Messtechnische und energetische Validierung des BMVBS-Effizienzhaus Plus in Berlin

Messperiode März 2012 bis Februar 2013

Durchgeführt im Auftrag des Bundesinstituts
für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
(BBR)

Auszugsweise Veröffentlichung nur mit
schriftlicher Genehmigung des Fraun-
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

Der Bericht umfasst

18 Seiten Text

2 Tabellen

13 Abbildungen

Hans Erhorn

Antje Bergmann

Michael Beckert

Johann Reiß

Stuttgart, 10. März 2013

Inhalt

1	Kurzfassung	3
2	Kontext und Zielsetzung	3
3	Gebäudesteckbrief	4
3.1	Architektur	4
3.2	Wärmeschutz	6
3.3	Anlagentechnik	6
3.4	Energiebedarf und Energiedeckung	8
4	Messkonzept	8
5	Meteorologische Randbedingungen	11
5.1	Solarstrahlung	11
5.2	Außenlufttemperaturen	12
6	Messergebnisse	13
6.1	Stromverbrauch für den Hausbetrieb	14
6.2	Stromverbrauch für projektspezifische Geräte (nicht Hausbetrieb)	14
6.3	Stromverbrauch für Elektromobilität	15
6.4	Stromverbrauch vs Stromgewinnung	15
7	Bewertung	16
7.1	Energieeffizienz des Modellgebäudes	16
7.2	Verbesserungspotentiale	17

1 Kurzfassung

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat in Berlin ein Modellgebäude als Piloten für die neue Förderinitiative „Effizienzhaus Plus“ errichten lassen. Mit diesem Modelhaus soll die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Konzeptkomponenten erprobt und Erfahrungen für die Breitenanwendung gesammelt werden. Im Rahmen eines Monitoringprogramms wird das Gebäude vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik im bewohnten Zustand zwei Jahre lang messtechnisch erfasst und energetisch bewertet. Dieser Bericht beschreibt die ersten Zwischenergebnisse nach Ablauf einer 12monatigen Messperiode.

Die Messungen zeigen, dass trotz ungünstiger meteorologischer Randbedingungen die Erträge aus den fassadenintegrierten Photovoltaikanlagen höher ausfielen als die Gebäudetechnik und die Nutzer im Laufe der Messperiode für den Gebäudebetrieb benötigten. Mit der überschüssigen Energie konnten etwa 25 % des Energiebedarfs der Elektromobile abgedeckt werden. Unter „normalen“ meteorologischen Bedingungen hätte das Haus den kompletten Bedarf der Elektromobile abdecken können und noch Überschüsse ins Netz eingespeist.

Die meteorologischen Randbedingungen in der Messperiode März 2012 bis Februar 2013 führten zu etwa 20 % (3.320 kWh) geringeren Solarstromerträgen aufgrund der real aufgetretenen ca. 40 % geringeren Sonnenscheinstunden als im Jahresmittel der letzten 10 Jahre.

Die Energieverbräuche im Gebäude lagen im Messzeitraum etwa 75 % höher als vorherberechnet. Dies lag im Wesentlichen an Ineffizienzen im Bereich der Heizanlage aufgrund deutlich höherer Systemtemperaturen als geplant, an der nicht bedarfsgeregelten Außenluftmenge der Lüftungsanlage und an höheren Stromverbräuchen als angenommen im Haushaltsbereich.

Die Ergebnisse des ersten Betriebsjahres zeigen, dass bei hocheffizienten Häusern eine Monitoring- und Einregulierungsphase zwingend eingeplant werden muss um die planerisch ermittelten Kennwerte auch im praktischen Betrieb realisieren zu können.

2 Kontext und Zielsetzung

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat in den letzten Jahren im Rahmen der „Forschungsinitiative Zukunft Bau“ Forschungs- und Entwicklungsthemen auf dem Gebiet des energieeffizienten Bauens und der Nutzung von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich unterstützt. Unter anderem wurden Konzepte entwickelt und erprobt, durch die moderne Gebäude mehr Energie produzieren als sie selbst für ihren Betrieb benötigen. Die verschiedenen hauseigenen Anlagen zur Gewinnung erneuerbaren

Stroms decken nicht nur den Stromverbrauch im häuslichen Bereich, sondern speisen auch noch das dazugehörige Elektromobil. Ein entsprechendes Modellgebäude hat das BMVBS in Berlin errichtet. Mit diesem Modellhaus sollen die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Komponenten erprobt und Erfahrungen für die Breitenanwendung gesammelt werden. Für Besucher bietet das Haus eine Gelegenheit, sich aus erster Hand zu informieren und dafür zu begeistern, was heute schon möglich ist.



Bild 1:
Ansicht des Effizienzhaus Plus des BMVBS in Berlin.

Das Projekt entwickelt sich zu einem Schaufenster für die Fachöffentlichkeit und die Bevölkerung und veranschaulicht den Stand der Technik. Außerdem zeigt das Modellgebäude die Entwicklung des zukünftigen Bauens und mit der Verknüpfung von modernem Stromnetz mit den angeschlossenen Elektrofahrzeugen die Möglichkeiten der neuartigen Mobilität. Daraus ergibt sich eine neue Herausforderungen an die Architektur der Gebäude, die Energieversorgung und an die Mobilität.

Im Rahmen eines Monitoringprogramms soll das Gebäude im bewohnten Zustand zwei Jahre lang messtechnisch erfasst und energetisch bewertet werden. Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) hat in der Vergangenheit eine Vielzahl von Demonstrationsgebäuden konzipiert und evaluiert.

3 Gebäudesteckbrief

3.1 Architektur

Für den Entwurf des Gebäudes verantwortlich zeichnet das Büro Werner Sobek Engineering & Design. Die beheizte Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt 149 m². Die Wohnräume verteilen sich auf zwei Ebenen: im Erdgeschoss liegt

der Wohn- und Essbereich, die Schlafzimmer liegen im Obergeschoss. Der »Energiekern«, der alle technischen Funktionen des Hauses beherbergt, stellt die Schnittstelle zwischen Immobilie und Mobilität anschaulich dar. In dem der öffentlichen Straße zugewandten »Schaufenster« parken und laden die Elektrofahrzeuge des Hauses. Interessierte können sich dort über das Haus und seine Eigenschaften informieren. Das Effizienzhaus besitzt ein flexibles Nutzungskonzept. Das Innere kann an sich ändernde Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden, ohne dass hierfür größere bauliche Maßnahmen erforderlich wären.

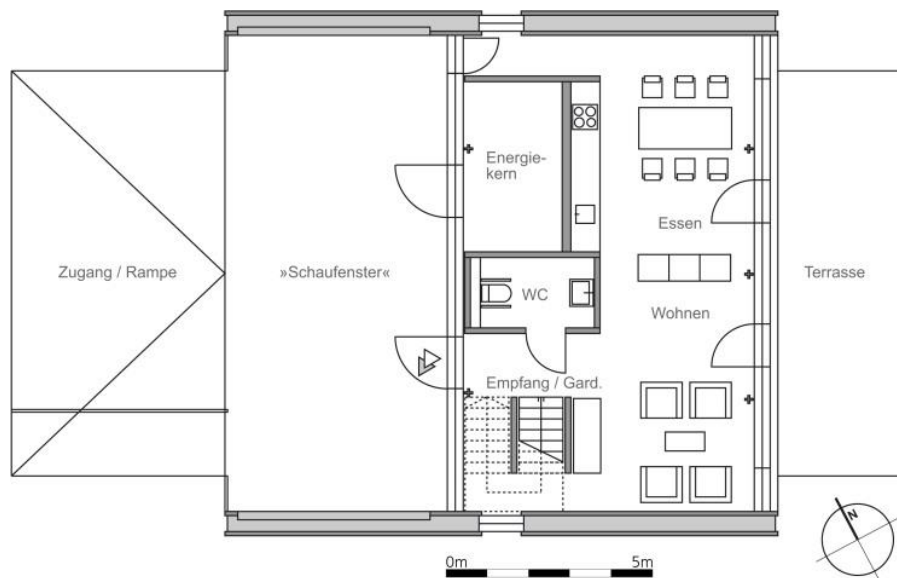


Bild 2:
Erdgeschoss-Grundriss.

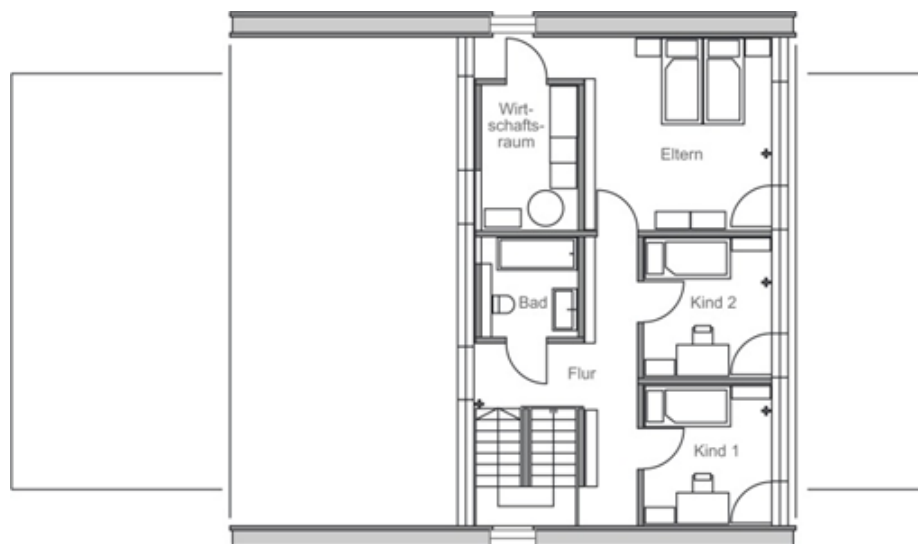


Bild 3:
Obergeschoss-Grundriss.

3.2 Wärmeschutz

Die Transmissionswärmeverluste des Gebäudes werden durch die geringen U-Werte der Gebäudehülle sowie eine wärmebrückenreduzierte Konstruktion minimiert. Die Bodenkonstruktion, die tragenden Außenwände sowie die Decken- und Dachkonstruktion sind in Holztafelbauweise ausgeführt. Alle opaken Bestandteile der Gebäudehülle besitzen einen U-Wert von 0,11 W/m²K. Die Glasfassaden an der Ost- und Westseite sind mit Dreifach-Isolierverglasung mit einem U_w-Wert der Fenster von 0,7 W/m²K versehen. Der spezifische Transmissionswärmeverlust der Gebäudehülle beträgt 0,33 W/m²K und liegt ca. 20 % unter den Anforderungen der EnEV. An der Ostseite des Gebäudes ist ein außenliegender Sonnenschutz aus Aluminium-Lamellen angebracht, der sowohl automatisch als auch manuell gesteuert werden kann.

Tabelle 1:
Aufbau der Bauteile der Gebäudehülle und ihre U-Werte.

Bauteil	Aufbau / Material	Dicke [mm]	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand (von innen nach außen)	Gipskarton-Beplankung	12,5	0,11
	Installationsebene mit Hanfmatten	60	
	Dampfbremse	-	
	OSB-Platte	20	
	Zellulosedämmung	360	
	OSB-Platte	20	
	Feuchtigkeitssperre	-	
	Vertikallattung und Hinterlüftung	-	
Fenster	Fensterrahmen mit Dreifachverglasung (g-Wert: ?)	-	0,70
	Dünnschicht-PV-Module	-	
Dach (von oben nach unten)	Bautenschutzmatte aus Recyclingkautschuk	10	0,11
	Kunststoffabdichtung	2	
	OSB-Platte	20	
	Zellulosedämmung	400-520	
	OSB-Platte	25	
	Dampfbremse	-	
	Installationsbereich	160	
	Hanfdämmung	50	
	Gipskarton-Beplankung	12,5	
Bodenkonstruktion (von oben nach unten)	Holzbelag schwimmend verlegt	15	0,11
	Ausgleichsschicht (Kork)	3	
	Trockenestrich	25	
	Holzfaserelemente mit Alukaschierung zur Verlegung der Fußbodenheizung	30	
	Wabelement mit Schüttung	25	
	OSB-Platte	25	
	Zellulosedämmung	400	
	feuchtigkeitsresistente Spanplatte	15	

3.3 Anlagentechnik

Für das Konzept der Anlagentechnik zeichnet das Büro Werner Sobek Green Technologies Stuttgart verantwortlich. Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Kompaktlüftungsgerät und einer Heizleistung von 5,8 kW nutzt die Außenluft (auch bei niedrigen Außentemperaturen) als Wärmequelle für die Erwärmung des Trinkwarmwassers. Der Heizbedarf in den Wintermonaten wird durch eine im Fußboden verlegte Flächenheizung gedeckt. Ein Trockenestrich im Fußbodenaufbau bietet zusätzlich Speichermasse in dem ansonsten sehr leichten Holzbau. Außerdem wird das Zuluft-Nachheizregister durch die Luft/Wasser-

Wärmepumpe versorgt. Die Verteilleitungen und Luftkanäle werden so kurz wie möglich gehalten und wärmgedämmt. Die in der Abluft enthaltene Wärme wird zurückgewonnen (Wärmerückgewinnungsgrad > 80 %), bevor die Fortluft des Gebäudes in den Zwischenraum von Erdreich und aufgeständerter Bodenplatte abgeleitet wird.

Ein Teil der aus der Photovoltaik gewonnenen elektrischen Energie betreibt die Luft/Wasser-Wärmepumpe. Bei der auf dem Dach platzierten Photovoltaikanlage (Nennleistung 14,1 kWp bei $A_{PV} = 98,2 \text{ m}^2$) kommen monokristalline Module zum Einsatz. Eine Bypassdioden-Steuerung verhindert den Ausfall der Module bei Teilverschattung. In der Südfassade sind amorphe Dünnschichtmodule (8,0 kWp bei $A_{PV} = 73,0 \text{ m}^2$) integriert, welche sich für diffuse Strahlung eignen, die hauptsächlich im Bereich von Fassaden vorliegt. Die gesamte PV-Anlage soll im Jahresmittel 16.625 kWh/a erzeugen. Dies ist ausreichend, um den kompletten Strombedarf des Hauses mit Elektrofahrzeugen (15.380 kWh/a) zu decken. Die Nutzung erneuerbarer Energien im Effizienzhaus Plus ist stark witterungsabhängig. Der lokal erzeugte Strom wird in einer 40 kWh-Lithium-Ionen-Batterie zwischengespeichert. Die Hausbatterie dient als Pufferspeicher, um den Eigennutzungsanteil des vor Ort gewonnenen Stroms zu erhöhen. Der in der Batterie gespeicherte Strom kann für alle Anwendungen des Hauses sowie für das Aufladen der Elektrofahrzeuge eingesetzt werden.

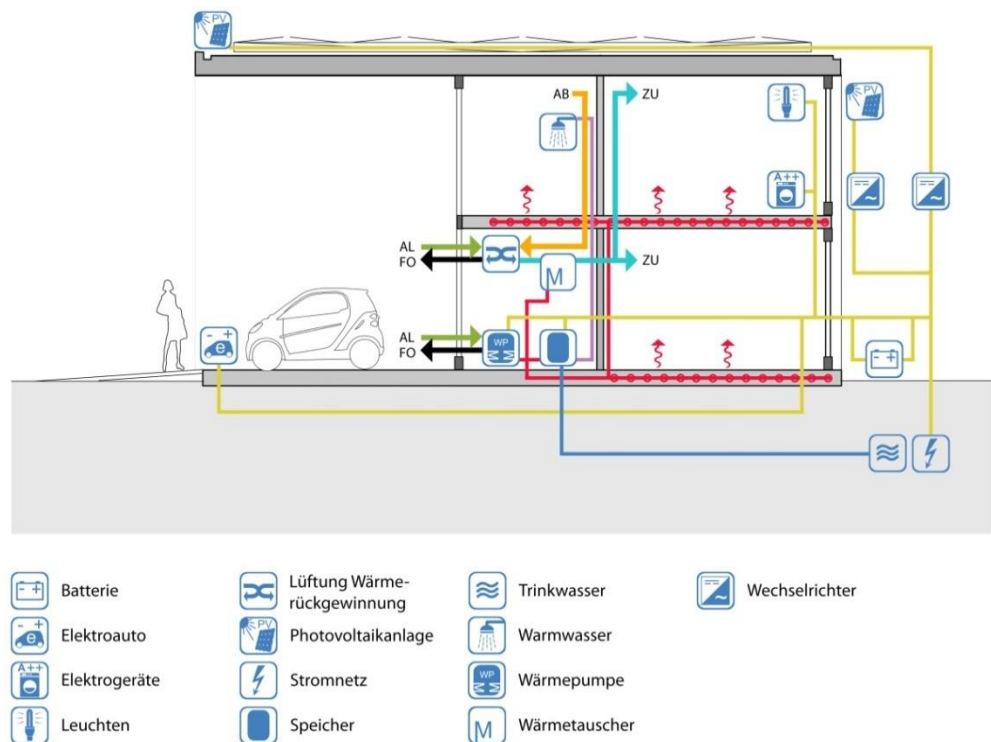


Bild 4:
Haustechnikkonzept.

3.4 Energiebedarf und Energiedeckung

Gemäß der Vorherberechnung mit DIN V 18599 weist das Gebäude einen jährlichen Energiebedarf für den Betrieb der Wärmepumpe zur Beheizung und Warmwasserbereitung von 2.217 kWh und einen Hilfsenergiebedarf für den Betrieb der Regelung, Pumpen und Ventilatoren des Heizungs-, Warmwasser- und Lüftungssystems von 2.275 kWh/a auf. Der vorher berechnete Energiebedarf für die gesamten Haustechniksysteme beträgt somit 4.492 kWh/a.

Daneben besteht ein Energiebedarf für die Haushaltsgeräte und -prozesse sowie für Beleuchtung von 2.500 kWh/a, mit den Anteilen

- Haushaltsgeräte: 1.625 kWh/a
- Haushaltsprozesse: 500 kWh/a
- Beleuchtung: 375 kWh/a.

Die Photovoltaikanlagen sollen gemäß Vorherberechnung jährlich 16.525 kWh Strom erzeugen. Die Überschüsse stehen für den Betrieb der Elektromobile zur Verfügung und werden darüber hinaus ins öffentliche Netz eingespeist.

Tabelle 2:
Vorherberechnung des Energiebedarfs und der Energieerzeugung des Effizienzhaus Plus des BMVBS.

Bedarf			Deckung		
Komponente	Strombedarf		Komponente	Stromertrag [kWh/a]	
	[kWh/a]	[kWh/m ² a]*		[kWh/a]	[kWh/m ² a]**
E-Mobilität	6.000		PV-Dach	11.578	117,9
Hilfsenergie für Heizung und Warmwasser	2.275	11,21	PV-Fassade	5.047	69,2
Elektrische Geräte Beleuchtung Warmwasser Heizung	4.717	23,24	**) bezogen auf die PV-Modulfläche Dach 98,2 m ² bzw. auf die PV-Modulfläche Fassade 73,0 m ²		
*) bezogen auf die Gebäudenutzfläche 203 m ²					
Gesamt	12.992 kWh/a		Gesamt	16.625 kWh/a	

4 Messkonzept

Das Messkonzept zur messtechnischen Validierung des Gebäudes wurde vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik entwickelt. Es beinhaltet vier Messebenen zur Erfassung des Innenraumklimas im Erd- und Obergeschoss sowie der Daten für

die Elektro- und Wärmeversorgung. Die Messkonfiguration ist auf den nachfolgenden Skizzen gezeigt.

INNENRAUMKLIMA – ERDGESCHOSS



Bild 5:
Messparameter Innenraumklima Erdgeschoss.

INNENRAUMKLIMA – OBERGESCHOSS

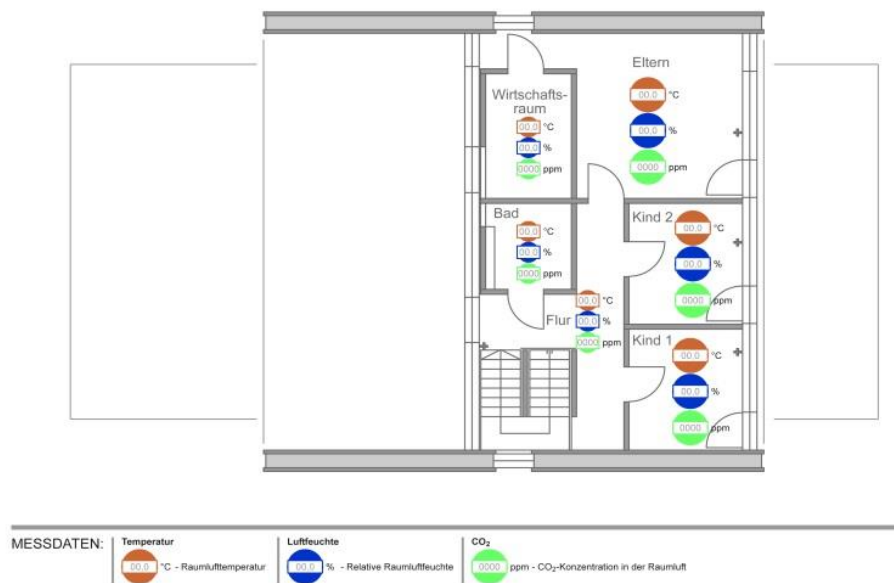


Bild 6:
Messparameter Innenraumklima Obergeschoss.

Zur Bestimmung des Innenraumklimas werden in den einzelnen Räumen des Erd- und Obergeschosses die Parameter Temperatur, relative Luftfeuchte und CO₂-Konzentration der Raumluft gemessen (Bilder 5 und 6).

Die Stromverbräuche für die Elektroversorgung des Hauses für Heizung, Trinkwarmwasser, Beleuchtung und Haushaltsstrom sowie die Gewinne aus erneuerbaren Energien werden in einer großen Detaillierung durch die Messkonfiguration Elektroversorgung erfasst (Bild 7). Hier werden auch die Wetterdaten des Außenklimas, Temperatur, relative Luftfeuchte, Globalstrahlung horizontal und vertikal aufgenommen.

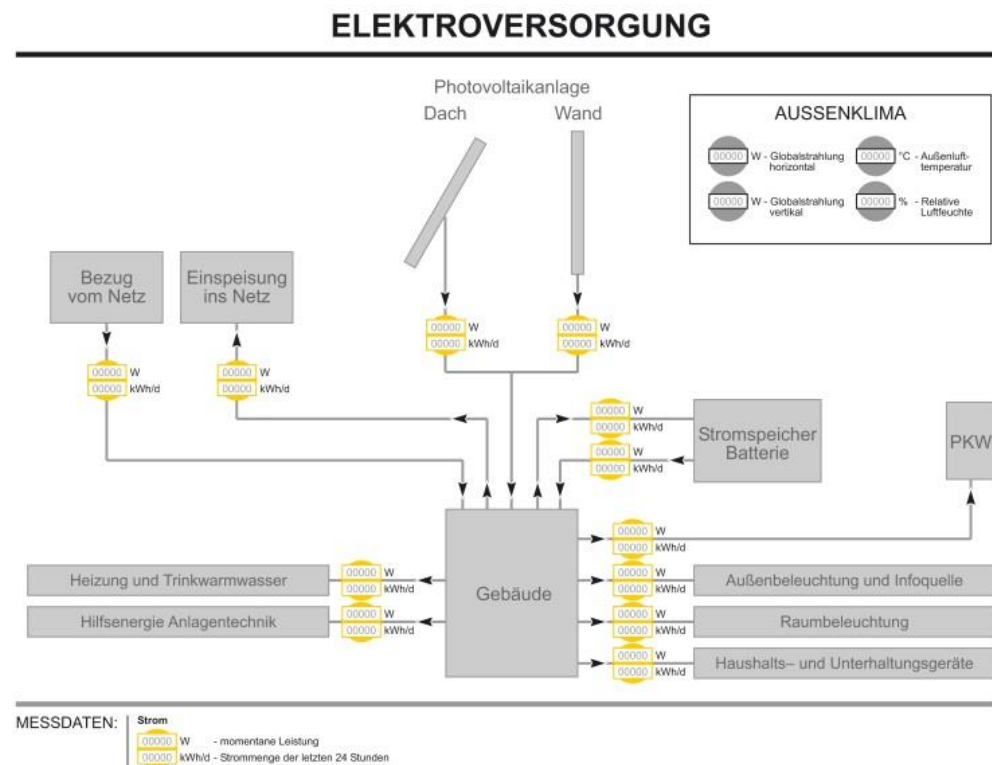


Bild 7:
Messkonfiguration Elektroversorgung.

Die Messkonfiguration der Wärmeversorgung (Bild 8) erfasst die Wärmemengen, die die Wärmepumpe für den Betrieb der Lüftungsanlage, der Heizung und des Trinkwarmwassers bereitstellt. Ferner werden hier auch die Speicher- und Verteilverluste der Anlagenkomponenten ermittelt.

Mit der installierten Messtechnik lassen sich die Effizienzen der eingesetzten Anlagensysteme im praktischen Betrieb ermitteln.

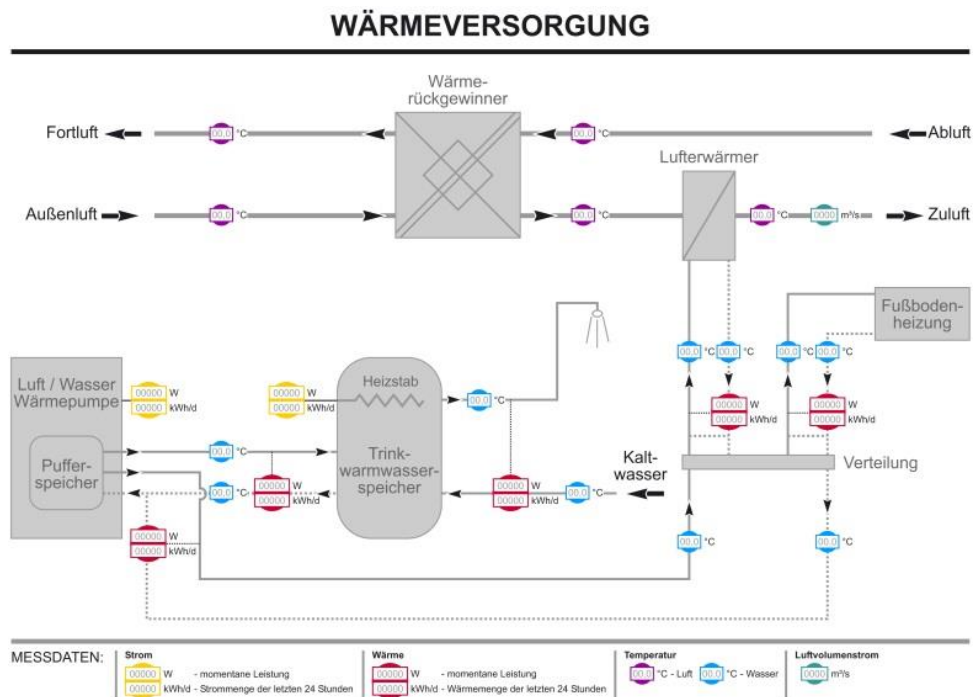


Bild 8:
Messkonfiguration Wärmeversorgung.

5 Meteorologische Randbedingungen

Im Messzeitraum März 2012 bis Februar 2013 herrschten am Standort in Berlin gegenüber dem langjährigen Mittel nach EnEV unterschiedliche meteorologische Verhältnisse.

5.1 Solarstrahlung

Bild 9 zeigt den Ertrag der Photovoltaikanlagen sowie die mittlere Strahlungsintensität für die vor Ort gemessenen Werte und die Vorherberechnungen nach DIN V 18599.

Gemäß der Berechnungen nach DIN V 18599 liefert die Photovoltaikanlage einen Ertrag von 16.625 kWh pro Jahr. In der Monitoringperiode von März 2012 bis Februar 2013 wurde ein um ca. 3.320 kWh geringerer Ertrag von 13.306 kWh gemessen. Dies sind 20 % weniger als prognostiziert. Die größten Differenzen traten in den Monaten Juni bis August 2012 auf. Klimabedingt war die Anzahl der Sonnenstunden am Standort in Berlin während der Sommermonate (Juni bis August 2012) um 14 % geringer als das Mittel der letzten 10 Jahre. Über das gesamte Jahr war die Anzahl der Sonnenstunden um 40 % geringer als das Mittel der letzten 10 Jahre.

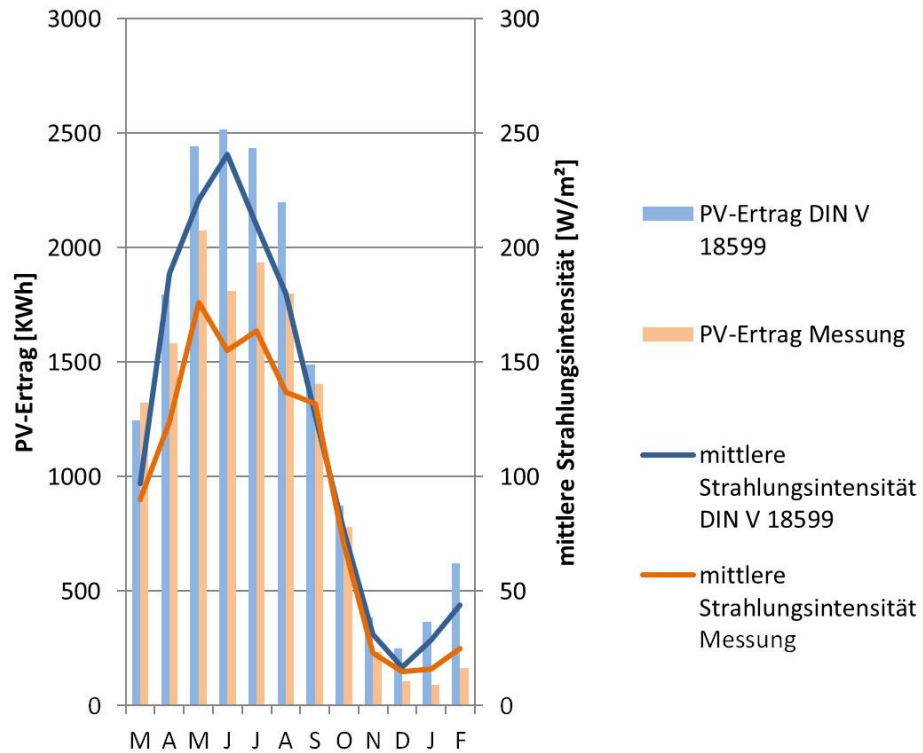


Bild 9: Vorherberechnete und gemessene Strahlungsintensitäten und Stromerträge aus den Photovoltaikanlagen.

5.2 Außenlufttemperaturen

Die gemessenen mittleren monatlichen Außenlufttemperaturen weichen im Frühjahr und Sommer 2012 gegenüber dem Referenzklima nach oben ab, es ist zu diesem Zeitpunkt in Berlin wärmer als das Referenzklima der EnEV. Im Winter von Dezember 2012 bis Februar 2013 ist es vor Ort kälter als das Referenzklima vorgibt.

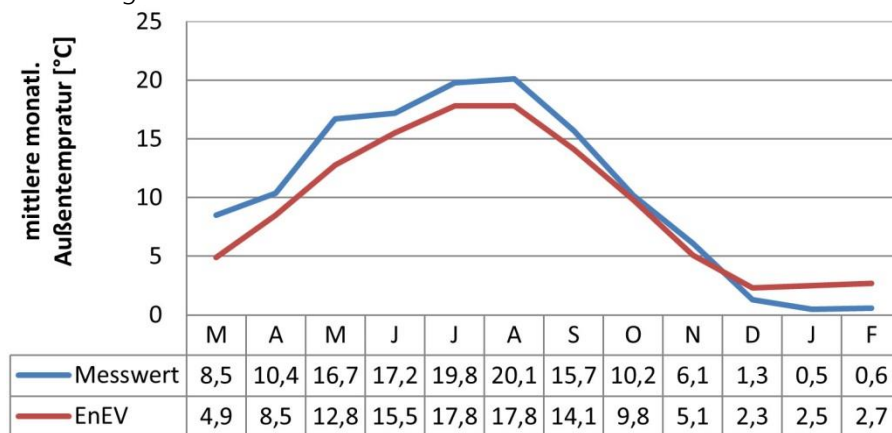


Bild 10: Gemessene und vorherberechnete Außenlufttemperaturen im Messzeitraum März 2012 bis Februar 2013.

Mit den Messwerten aus der Wetterstation vor Ort lässt sich für den Messzeitraum eine Gradtagszahl von 3.354 Kd/a bestimmen. Diese liegt etwa 16 % unter der Gradtagszahl für den mittleren deutschen Standort nach EnEV, die sich mit den mittleren Außenlufttemperaturen nach DIN V 18599 zu 3.883 Kd/a ermitteln lässt. Daher ist der gemessene Heizenergieverbrauch gegenüber einem Durchschnittsjahr als eher zu niedrig einzustufen.

6 Messergebnisse

Der Stromverbrauch im Effizienzhaus Plus des BMVBS setzt sich aus 3 Anteilen zusammen, die bei der Bilanzierung zu beachten sind:

- Stromverbrauch für den Hausbetrieb (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Gebäudeautomation, Licht, Haushaltsgeräte, sonstige Verbraucher im Haushalt)
- Stromverbrauch für projektspezifische (nicht Hausbetrieb) Geräte (Infomonitor, Außenbeleuchtung, Energieverbräuche für sonstige Forschungsprojekte im und am Haus, etc.)
- Stromverbrauch für die Elektromobile

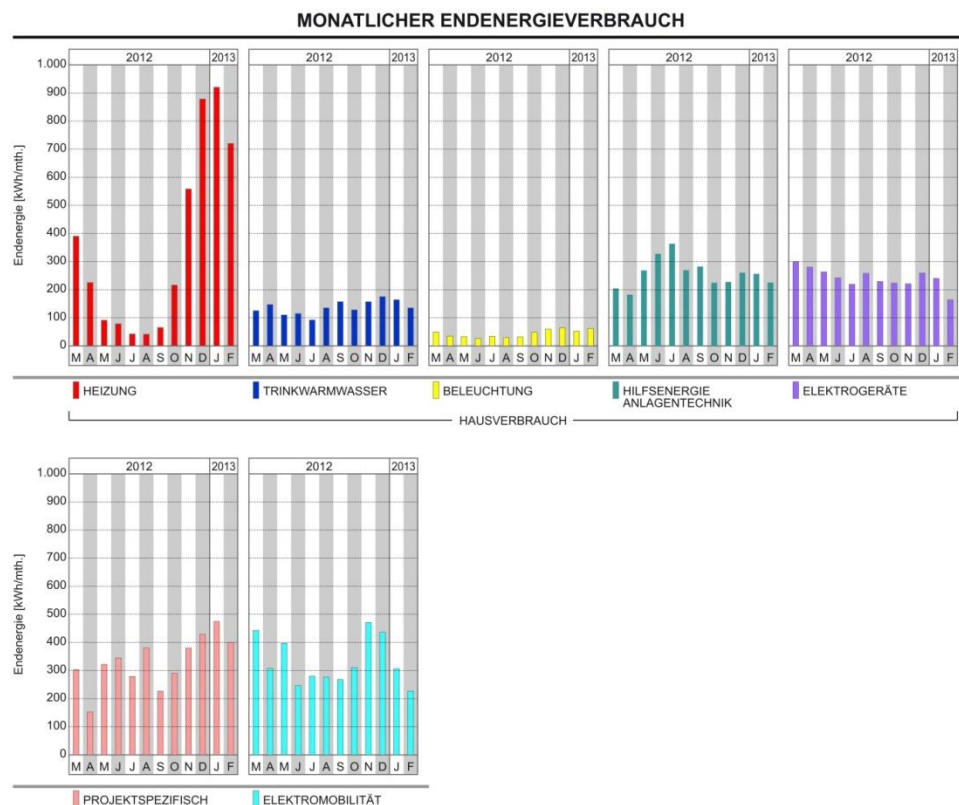


Bild 11:
Gemessene monatliche Stromverbräuche im Effizienzhaus Plus.

6.1 Stromverbrauch für den Hausbetrieb

Gemäß Bild 11 wurden im Messzeitraum folgende Energieverbräuche registriert:

- 4.224 kWh für die Heizwärmebereitstellung mit der Wärmepumpe
- 1.641 kWh für die Trinkwarmwasserbereitung mit der Wärmepumpe
- 3.099 kWh für die Hilfsenergie (Antriebe, etc.) der Anlagentechnik
- 526 kWh für die Beleuchtung
- 2.910 kWh für Haushaltsgeräte und Haushaltsprozesse

Der Stromverbrauch für den Hausbetrieb beträgt in der Summe 12.400 kWh/a.

6.2 Stromverbrauch für projektspezifische Geräte (nicht Hausbetrieb)

Gemäß Bild 11 (unten) wurden im Messzeitraum Elektroverbräuche für einige vom normalen Hausbetrieb unabhängige Energieverbraucher registriert. Die projektspezifischen Energieverbräuche, die dem besonderen Standort und der Informationsaufgabe des Vorhabens geschuldet sind, gliedern sich in:

- Batterie Heizung
- Batterie Belüftung
- EDV-Schrank mit PC-Außendarstellung
- Videoumschalter
- Abflussrohr-Begleitheizung
- LED-Effektbeleuchtung im Haustechnikern
- Außenbeleuchtung
- Rigolenpumpe
- Infomonitore im Außenraum

Der in dem einjährigen Monitoringzeitraum benötigte projektspezifische Energieverbrauch von 3.984 kWh/a teilt sich gemäß Bild 12 auf die einzelnen Verbraucher auf.

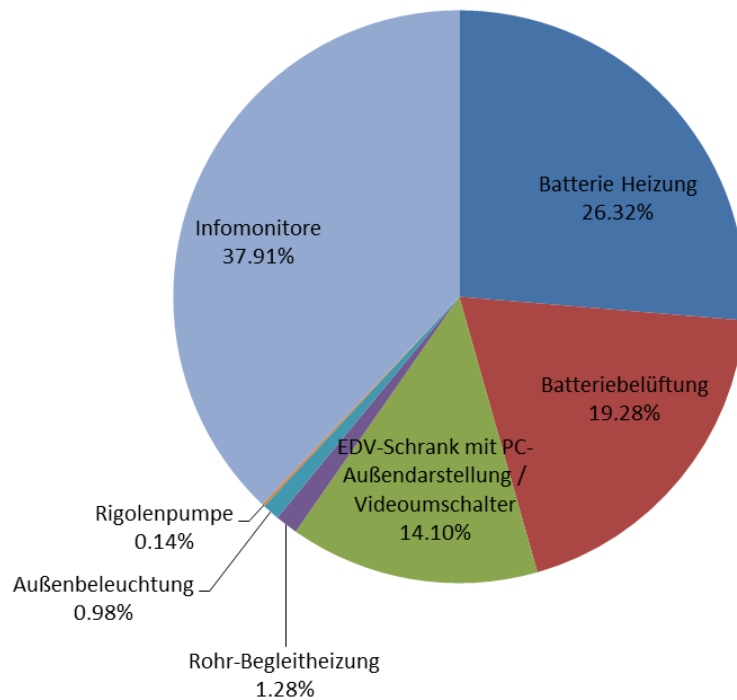


Bild 12:
Verteilung der projektspezifischen Energieverbräuche im Effizienzhaus Plus.

6.3 Stromverbrauch für Elektromobilität

Gemäß Bild 11 (unten) wurden im Messzeitraum Elektroverbräuche für die Beladung der Elektromobile in Höhe von 3.974 kWh/a verzeichnet.

6.4 Stromverbrauch vs Stromgewinnung

Von der Photovoltaikanlage wurden im Messzeitraum 13.306 kWh generiert, wovon 6.555 kWh selbst im Haus genutzt und 6.751 kWh in das öffentliche Netz eingespeist wurden. Aus dem öffentlichen Netz wurden im Messzeitraum ca. 5.800 kWh Strom entnommen. Dem gegenüber steht ein gebäudebezogener Energieverbrauch von 12.400 kWh. Das Photovoltaiksystem hat, wie Bild 13 zeigt, somit einen Überschuss von 906 kWh erzielt, der aber nicht ausreichte, um die Aufwände für die Elektromobilität vollständig zu substituieren.

KUMULIERTE ENDEENERGIE

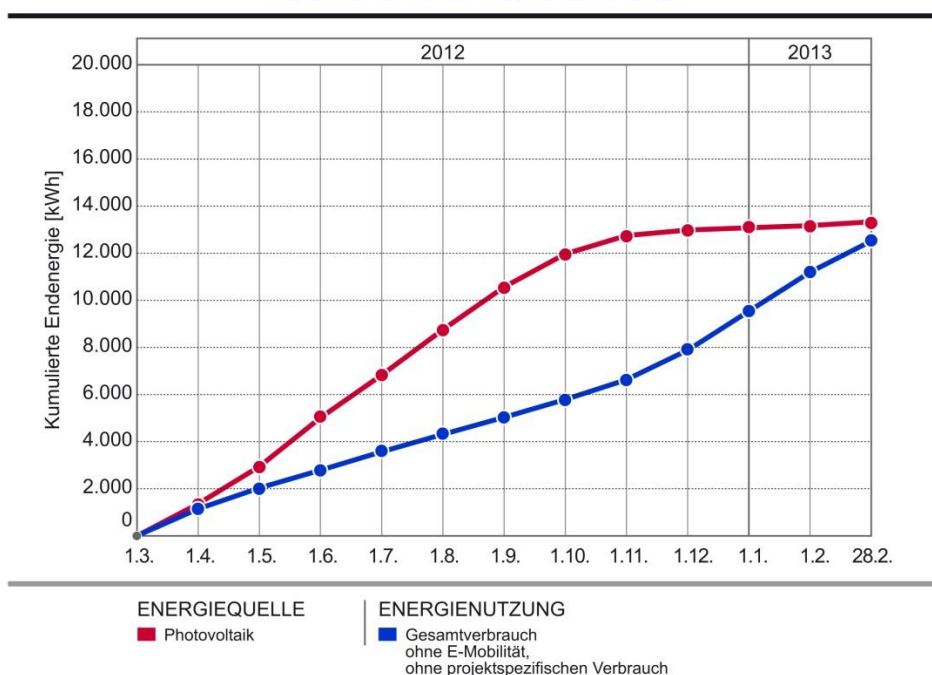


Bild 13: kumulierter gebäudebezogener Energieverbrauch und Energieertrag aus den Photovoltaikanlagen des Effizienzhaus Plus im Messzeitraum.

7 Bewertung

7.1 Energieeffizienz des Modellgebäudes

Der Vergleich der gemessenen hausbezogenen Verbrauchswerte (gemäß Kapitel 6.1) mit den vorherberechneten Bedarfswerten (gemäß Kapitel 3.4) zeigt deutliche Abweichungen bei den Stromverbräuchen für den Wärmepumpenbetrieb (5.865 kWh/a anstelle der prognostizierten 2.217 kWh/a). Die anderen Verbraucher liegen nur geringfügig (etwa 20 %) über der prognostizierten Größenordnung:

- Wärmepumpe: 5.865 kWh (Messung) anstelle 2.217 kWh (Planung)
- Hilfsenergien: 3.099 kWh (Messung) anstelle 2.275 kWh (Planung)
- Beleuchtung: 526 kWh (Messung) anstelle 375 kWh (Planung)
- Haushalt: 2.910 kWh (Messung) anstelle 2.125 kWh (Planung)

Dies führt in Summe zu einem etwa 75 % erhöhten Energieverbrauch: 12.400 kWh (Messung) anstelle 6.992 kWh (Planung)

Gleichzeitig zeigt der Vergleich der gemessenen Stromerträge aus den Photovoltaikanlagen (gemäß Kapitel 5.1) mit den vorherberechneten Ertragswerten

(gemäß Kapitel 3.4) witterungsbedingte Mindererträge (13.306 kWh/a anstelle der prognostizierten 16.625 kWh/a) von etwa 20 %.

Die beiden gegenläufigen Effekte führen dazu, dass in der Messperiode nur 906 kWh Energieüberschüsse anstelle der prognostizierten 9.633 kWh erzielt werden konnten.

7.2 Verbesserungspotentiale

Die Analyse der bisherigen Messungen ergab, dass im Bereich der Anlagentechnik erhebliche Ineffizienzen aufgetreten sind. Hiervon betroffen sind im besonderen Maße:

- Die Betriebstemperaturen des Heizsystems sind deutlich zu hoch (15 bis 20 K über der Auslegungstemperatur). Dies führt mit dazu, dass die Leistungszahl signifikant kleiner ist als in der Planung zugrunde gelegt (2,3 anstatt 3,5). Es ist zu prüfen, warum solch hohe Betriebstemperaturen erforderlich waren, damit der Heizbedarf der Räume sichergestellt werden konnte.
- Die Außenluftvolumenströme liegen deutlich über den Anforderungswerten (400 m³/h anstelle 241 m³/h) und werden nicht bedarfsabhängig geregelt. Hierdurch entstehen sowohl zu hohe Antriebsenergien für die Ventilatoren als auch höhere Lüftungswärmeverluste.
- Ein signifikanter Anteil im Bereich Hilfsenergien fällt auf die Hausautomation. Es ist zu prüfen, ob diese Systeme gesamtenergetisch die erwarteten Einsparung aufgrund ihrer Eigenstromverbräuche überhaupt erschließen können.
- Die präsenzabhängige Beleuchtungssteuerung hat nicht zu den prognostizierten niedrigen Verbräuchen geführt. Es ist zu prüfen, ob eine manuelle Schaltung nicht zu einer höheren Energieeffizienz führt.
- Der Planungs-Benchmark für Energieverbräuche im Haushalt ist mit einem Pauschalwert von 2.125 kWh/a evtl. zu niedrig angesetzt. Hier sollte ggf. ein Haushaltsgrößen abhängiger Kennwert eingeführt werden.
- Die Photovoltaikerträge liegen in Jahren mit normalen Sonnenscheinstunden ca. 20 % höher als in der Messperiode. In einem durchschnittlichen meteorologischen Jahr hätten die zusätzlichen Erträge ausgereicht, um sowohl den gebäudespezifischen Energieverbrauch als auch den Energiebedarf für die Elektromobilität abzudecken und noch zusätzliche Überschüsse ins Netz einzuspeisen.

Die Ergebnisse des ersten Betriebsjahres zeigen, dass bei hocheffizienten Häusern eine Monitoring- und Einregulierungsphase zwingend eingeplant werden muss, um die planerisch ermittelten Kennwerte auch im praktischen Betrieb realisieren zu können.