

Auswertung Langzeittest

am konkreten Objekt

Infrarotstrahlungstechnik vernetzt mit Photovoltaik-Anlage und Stromspeicher

Schwerpunkte:

- . CO₂ Reduzierung**
- . anteilige Eigenversorgung für Wohn-u. Gesellschaftsbauten**
- . Energieströme Jahreszeit abhängig**
- Energie kostensparnis**

erarbeitet :

Ingenieurbüro Kurt Schmidt

Leipziger Solargesellschaft Dr. Schedletzky

Fachlich und wissenschaftlich begleitet :

Herr Dr. Achilles, IET GmbH, Jena

bestehend aus ...7....Seiten

Leipzig im November 2016

Infrarotstrahlungstechnik und Photovoltaik-Anlage und Stromspeicher

Erstmalig 2015/16 vernetzt im Einsatz

Als Modellobjekt dient das Einfamilienhaus Objekt 2 aus der Studie des BVIR
„Kostensparnisse durch Wechsel von Nachtspeicheröfen zu Infrarot Strahlungsheizungen“

Angaben aus der Studie zum Gebäude:

Einfamilienhaus ,freistehend .

Es standen Unterlagen und vorhandene Verbrauchsdaten über einen Zeitraum von über 10 Jahren zur Auswertung.

1994 Baujahr

1994 -2010 Heizung durch Nachtspeicheröfen

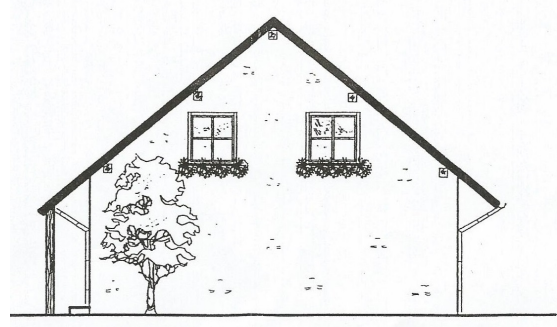
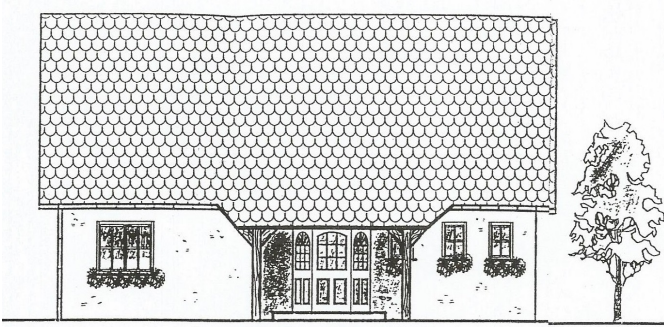
2011 bis heute Infrarot-Strahlungsheizung

Die authentischen Daten,Bauunterlage und erfasste Zählerstände vergangener Jahre veranlassten uns, das Objekt in die Auswertung zu nehmen,da es genau in unsere Aufgabenstellung passte.

Hier steht eine Familie für Kontinuität und kaum Schwankungen in der Verhaltensweise. Veränderungen im Energieverbrauch sind nur wetterbedingt. Deshalb ist der Vergleich der Heizsysteme gut darstellbar.

**Der Energieverbrauch für die Heizung erfolgte ab 2014 monatlich durch Ablesung vom Unterzähler des gesonderten Stromkreises der IR-Heizung.
Sowie Abrechnungen des Energieversorgers während der Zeit des Betriebs mit Nachtspeicheröfen vor.**

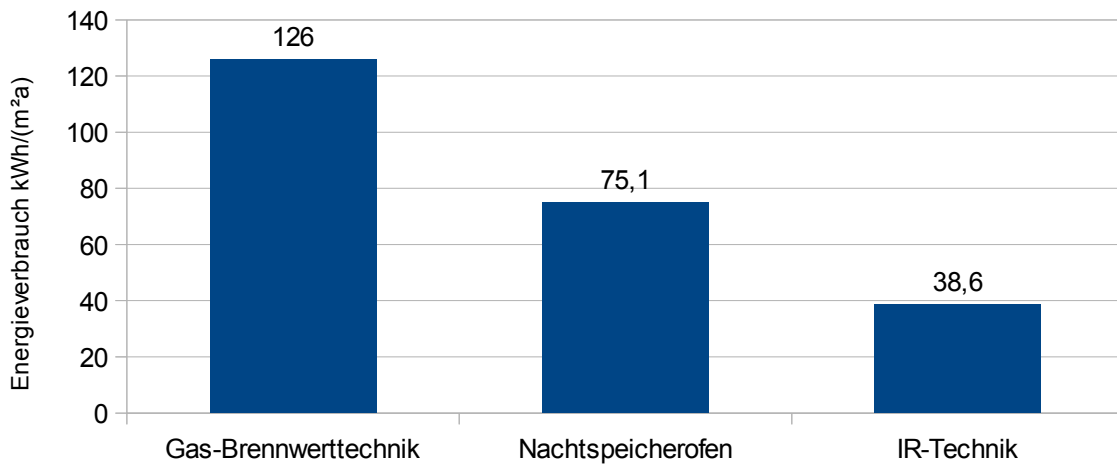
| | |
|------------------------------|---|
| Grundriss | 10 x 12 m |
| Wohnfläche | 190 m ² |
| Personen | 5 |
| Baujahr | 1994 |
| ohne Keller | |
| Isolierung unter Erdgeschoss | 12 cm |
| Dachisolierung | 12 cm |
| Wanddicke | Leichtbaublockstein mit Iso.-Putz 40 cm |
| 1994-2010 | Nachtspeicheröfen 24 kW (Siemens) |
| 2011 – 2015 | Infrarotheizung 10 kW (Candor) |



Energieverbrauch unterschiedlicher Heizungsträger klimabereinigt 1994 bis 2012 !

Energieverbrauch in kWh/(m²a) - Einfamilienhaus freistehend

von 1994-2016 erfasst



Die Daten zur Gasbrennwerttechnik ergeben sich aus der Energieverbrauchsrechnung nach EnEV, die der Nachtspeicheröfen aus dem Heizstromverbrauch des Objektes klimabereinigt über zehn Jahre, die der Infrarot-Heiztechnik aus dem Heizstromverbrauch des Objektes über drei Jahre.

Ende der Angaben aus der Studie



Das Objekt erhält im Oktober 2015 zusätzlich zur bestehenden Infrarot-Strahlungsheizung

-eine Photovoltaik-Anlage (~ 10 kWp)

-eine Speichereinheit senec.ies

mit Ecogrid Anschluss

Mit der PV-Anlage (Leipziger Solargesellschaft) steht eine genaue Datenerfassung zur Verfügung, die eine Reihe von Kombinationen zuläßt und für Fachleute und Planer von Interesse sind.

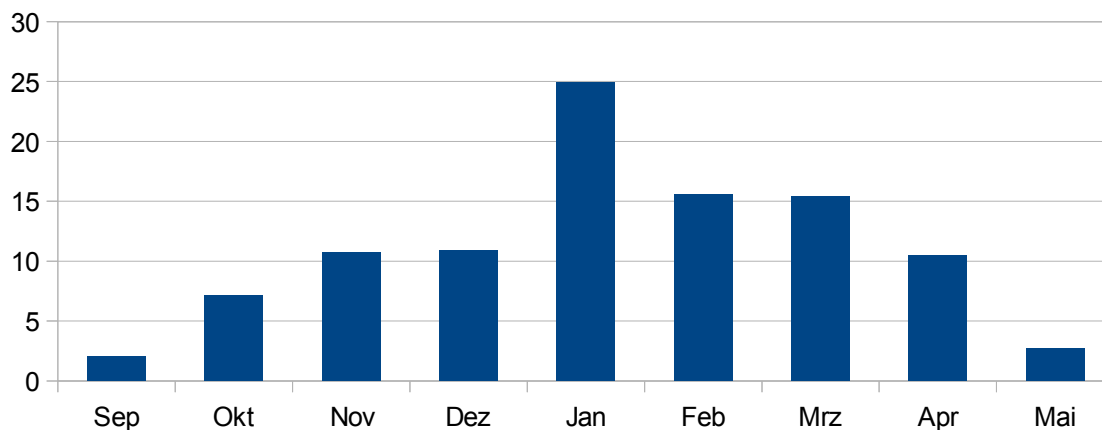
Nach Zählermessung werden in der **Heizperiode 2015/16 für das Objekt**

7400 kWh für das Heizen verbraucht

entspricht 38,6 kWh/m².a Ergänzung im Objekt1

Heizperiode 2015/16

Monatliche Anteile des Energieverbrauchs der Infrarotheizung
bezogen auf den Jahresverbrauch in Prozent



Die PV-Anlage versorgt nicht nur die Heizung sondern anteilig den gesamten Haushalt sowie die Einspeisung ins Netz :

Gesamter Energieverbrauch Haushaltsstrom, Trinkwassererwärmung und Heizung
Oktober 2015 bis September 2016

11400 kWh

| | | |
|-----------------|---------------------------|--|
| entspricht | 60 kWh/m ² .a | davon 38,6 kWh/m ² .a Infrarotheizung |
| Eigenversorgung | 24 kWh/m ² .a | PV-Anlage |
| * Eco-grid | 4,5 kWh/m ² .a | hauptsächlich im Winter |

PV-Anlage für diesen Zeitraum:

8782 kWh Ertrag (geringer als erwartet)

davon 4617 kWh Eigenverbrauch

4165 kWh als CO₂ freie Stromeinspeisung ins Netz

*Der Leipziger Netzbetreiber stellt zur effektiveren Speichernutzung über eine Zusatzvereinbarung kostenlosen Überschußstrom in den Winter Monaten zur Verfügung, somit können ca. 850 kWh/a erneuerbare Energie den Eigenverbrauch erhöhen und den Netzbezug entsprechend senken. Diese Maßnahme hat aber nichts mit der PV-Anlage zu tun.

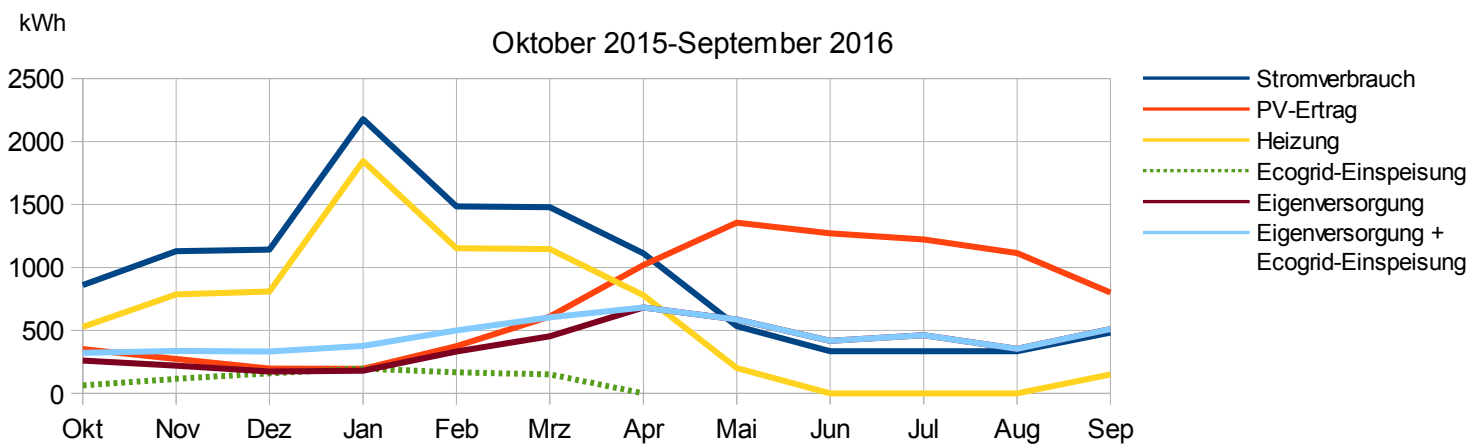
Monitoring Auszug

Peschel mit vollem Ecogrid

| | Stromverbrauch | Warmwasser | Haushaltsverbrauch | Heizung | PV-Ertrag | Einspeisung | Netzbezug | Akkuentnahme | Ecogrid-Einspeisung |
|--------|----------------|------------|--------------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------------|---------------------|
| Jan | 2.176,88 | 83 | 250,33 | 1.843,55 | 193,64 | 13,84 | 1.814,37 | 227,10 | 196,63 |
| Feb | 1.484,49 | 83 | 250,33 | 1.151,16 | 375,13 | 43,09 | 940,77 | 298,11 | 166,42 |
| Mrz | 1.477,75 | 83 | 250,33 | 1.144,42 | 609,79 | 157,39 | 783,67 | 366,88 | 150,22 |
| Apr | 1.111,40 | 83 | 250,33 | 778,07 | 1.018,52 | 336,54 | 483,52 | 194,17 | 0,00 |
| Mai | 533,33 | 83 | 250,33 | 200 | 1355,86 | 769,29 | 167,53 | 171,82 | 0,00 |
| Jun | 333,33 | 73,55 | 259,78 | 0 | 1270,14 | 854,77 | 73,55 | 120,97 | 0,00 |
| Jul | 333,33 | 64,76 | 268,57 | 0 | 1222,92 | 760,27 | 64,76 | 131,25 | 0,00 |
| Aug | 333,33 | 65 | 268,33 | 0 | 1114 | 760 | 65 | 130 | 0,00 |
| Sep | 483,33 | 75 | 258,33 | 150 | 801 | 300 | 75 | 130 | 0,00 |
| Okt | 860,11 | 83 | 250,33 | 526,78 | 352,12 | 93,41 | 570,10 | 151,76 | 62,71 |
| Nov | 1.129,11 | 83 | 250,33 | 795,78 | 273,30 | 53,03 | 809,80 | 211,73 | 115,61 |
| Dez | 1.141,22 | 83 | 250,33 | 807,89 | 196,27 | 23,58 | 823,99 | 208,33 | 158,62 |
| Gesamt | 11.397,61 | 942,31 | 3.057,65 | 7.397,65 | 8.782,69 | 4.165,21 | 6.672,06 | 2.342,12 | 850,21 |

Es geht um die Feststellung der Energieströme und den Nachweis einer möglichst hohen Energieeigenversorgung durch die PV-Anlage mit Stromspeicher. Das gilt für den Haushaltsstrom gleichermaßen wie die anteilige Versorgung der Heizung. Das zuerwärmende Trinkwasser ist in den Daten mit einbezogen, wird aber meistens durch das Stromnetz direkt versorgt wegen der hohen kW-Anforderung (Durchlauferhitzer 21 kW Typ Siemens).

Energieströme nach Monitoring



Die Energiekosten des Objektes von Oktober 2015 bis September 2016 mit PV-Anlage bei aktuellen Preisen und die Energiekosten des Objektes von Oktober 2014 bis September 2015 ohne PV-Anlage haben identische Energieverbrauchswerte und können somit anschaulich verglichen werden:

| | ohne PV Anlage | mit PV Anlage |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Trinkwassererwärmung | 264,-€ | 264,-€ |
| Haushaltsstrom | 856,-€ | 1100,-€ |
| Heizung IR Technik | 2072,-€ | |
| | ----- | ----- |
| | 3192,-€ | 1364,-€ |

Energiekosten werden nur als Fakten dargestellt nicht gesondert gewertet.

Zur Erinnerung der gleiche Aufwand bei Einsatz eines Nachtspeicherofen wäre 3360,-€

Das besondere Augenmerk gilt der Reduzierung der CO₂ - Belastung

**55 kg/m².a Heizfläche werden durch Nachtspeicheröfen erzeugt,
 nur 7,4 kg/m².a Heizfläche bei IR-Heizung und PV-Anlage mit Stromspeicher
 berechnet nach Bericht TU Kaiserslautern Oktober 2009**

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

1. Der Einsatz von Infrarot-Strahlungsheizung (Hersteller Candor mit Strahlungs-Zertifikat von IET) ermöglicht einen Energieverbrauch für Heizungen unter $40 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$.
2. Der Energieverbrauch für Haushaltsstrom, Trinkwassererwärmung und Heizung kann somit auf $60 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ gesenkt werden bei Gewährung eines anerkannten hohen Wohnkomfort.
3. Mit dem Einsatz einer PV-Anlage mit einem angepassten Stromspeicher und dem im Objekt gewählten Verhältnis zwischen PV- Ertrag und Energieverbrauch schaffen wir die Voraussetzung fast 50% Energieeigenversorgung zu sichern ($28,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$). Das ist gegenwärtig ein Optimum bei Aufwand und Nutzen! Eine Weiterentwicklung ist zu erwarten.
4. Schon die Einbeziehung der Warmwasserversorgung aus dem PV-Ertrag verändert die Eigenversorgung positiv.
5. Voraussetzung für die Dimensionierung der Technikelemente bei Heizung, PV-Anlage und Speicher sind die Kenntnis der zeitlich unterschiedlichen Verbrauchsdaten, die im vorliegenden Fall durch Langzeittest (Studie) vorliegen. Gemeinsam abgestimmte Planung, nicht getrennte Angebote führten hier zum Erfolg.
6. Die Regelung künftiger Energiesysteme mit weitgehend dezentraler, volatiler Energieerzeugung, wie angestrebt, könnte hier als passender Baustein Bestand haben.
7. Natürlich besteht das Ziel den Energieeigenverbrauch durch höhere PV-Ertrag-Nutzung zu organisieren.
 - Die Einbindung der Warmwasserbereitstellung durch die PV-Ertragnutzung macht Sinn, da das warme Wasser gut isoliert länger speicherbar ist. Allein diese Maßnahme erhöht den Eigenenergieverbrauch um mindestens 5%.
 - Der Leipziger Netzbetreiber bietet bei Nutzung von Speichereinheiten heute schon an, für begrenzte Mengen den Überschussstrom der PV-Anlage aus den Sommermonaten in den Wintermonaten kostengünstig zu verwerten.