

Null-Emissionsstrategie für ein Wohnquartier der 50/60er Jahre

Matthias Wohlfahrt

19. Internationale Passivhaustagung

Leipzig, 18.04.2015

PassREg is supported by the
European Commission under the
IEE Programme No
IEE/11/072/SI2.61592511.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

proKlima – Der enercity Fonds 17 Jahre Klimaschutz vor Ort



- (1) Ausgangslage
- (2) Methodik
- (3) Ergebnis
- (4) Fazit

Ausgangslage Wohnquartier



Abb.: www.bing.com

© 2015 Microsoft Corporation

Ausgangslage Wohnquartier

Eigentümer:

Wohnungsgenossenschaft
Oberricklingen eG

10 Mehrfamilienhäuser

64 Wohneinheiten

Wohn-/Nutzfläche 3.820qm

Wohneinheiten 40 bis 62qm



Abb.: maps.google.de



Ausgangslage Häuser Nr. 9 bis 14

Baujahr 1958/60

- Teilsanierungen (Fenster)
- Loggien
- Gasetagenheizung mit Durchlauferhitzer
- Heizwärmebedarf vorher: ca. 150 kWh/(m²a)

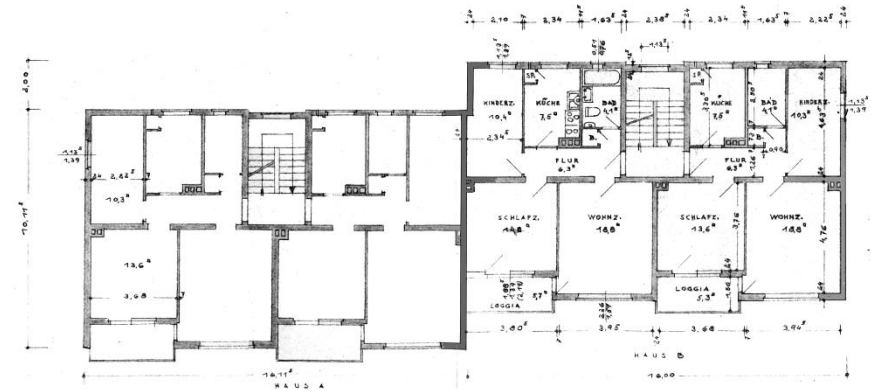


Abb.: WoGe Oberrickingen eG



Fotos: proKlima/ Wohlfahrt



Abb.: maps.google.de

Ausgangslage Häuser Nr. 5 bis 7

In 2011: Komplettmodernisierung
mit Passivhauskomponenten

- Abriss Loggien
- neue vorgestellte Balkone
- Lüftungsanlage mit WRG je WE
- zentraler Gasbrennwertkessel
- Heizwärmebedarf nachher: 30 kWh/(m²a) (n. PHPP)

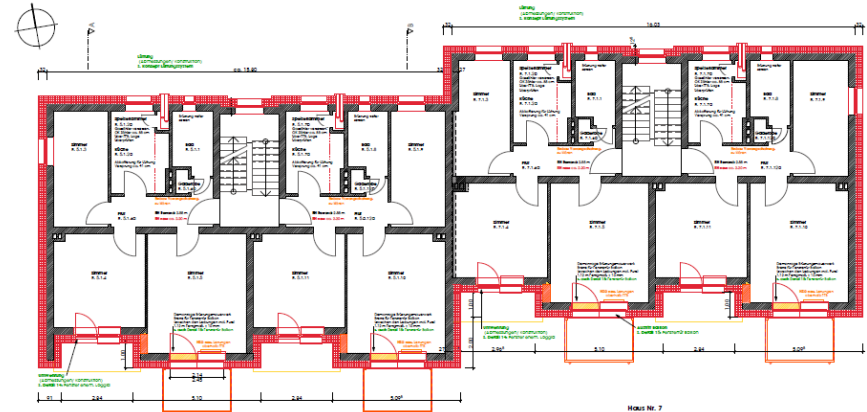


Abb.: bauart Architekten



Fotos: proKlima/ Wohlfahrt



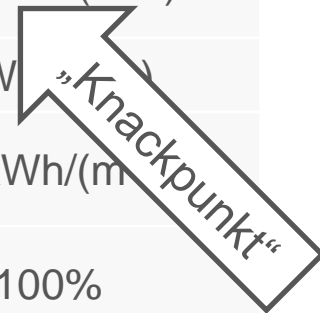
Ausgangslage Häuser Nr. 5 bis 7

Außenwand	30 cm Wärmedämmverbundsystem EPS WLS 035 $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Fenster	Kunststoff-Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung $U_w = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Oberste Geschossdecke	24cm Dämmung oberste Geschossdecke WLS 035 $U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Dach	15 cm Dämmung zwischen den Sparren WLS 035 $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Kellerdecke	unterseitige Dämmung der Kellerdecke mit 6 cm Polyurethan WLS 025 $U = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Innenwände zu unbeheizten Räumen	12 cm EPS-Dämmung, WLS 032 $U = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Lüftung	dezentrale Lüftungsanlagen je Wohneinheit mit 80% WRG
Heizung/ TWW	zentraler Gas-Brennwertkessel, 500l-Pufferspeicher , Trinkwarmwasser-Frischwasserstation je Wohneinheit, neues Verteilnetz zu den Bestandsheizkörpern, hydraulischer Abgleich
Kühlung	ohne

Fragestellung Studie

Welche Versorgungskonzepte ergänzen technisch und wirtschaftlich sinnvoll eine hocheffiziente Modernisierung mit Passivhauskomponenten und erreichen das CO₂-Null-Emissions-Niveau?

Heizwärmebedarf	30,0 kWh/(m ² a)
Trinkwarmwasserbedarf	19,2 kWh/(m ² a)
Wärmebedarf anlagenseitig (gesamt)	49,2 kWh/(m ² a)
Strombedarf Haushaltsstrom einschl. Allgemeinbereiche	18,0 kWh/(m ² a)
Strombedarf Lüftungsanlage	2,1 kWh/(m ² a)
Strombedarf Variante Wärmepumpe (bei JAZ = 4,0)	12,5 kWh/(m ² a)
Deckungsgrad Mini-BHKW, Deckungsgrad Wärmepumpe	75%, 100%
Jahresarbeitszahl (JAZ) Wärmepumpe	4,0
Stromerzeugung durch ein PV-Referenzdach (1 Dach = 104 m ² , 16 kWp)	894 kWh/(kWp a)



CO ₂ -Emissionsfaktoren Klimaschutz-Allianz Hannover 2020 (Stand 30.10.2008)		Primärenergiefaktor nicht erneuerbar entsprechend BMVBS-Online-Publikation Nr. 12/2012
	CO ₂ -Emissionen mit Vorkette inklusive CO ₂ -Äquivalent	Primärenergiefaktoren (kWh _{PE} /kWh _{End})
Strom-Mix Hannover	940 g CO _{2,eq} /kWh	2,6
Fernwärme enercity	105,7 g CO _{2,eq} /kWh	0,19 nach FW 309-1(05/10) vom 2.07.2012
Öl/HEL	3,207 kg CO _{2,eq} /kWh	1,1
Erdgas Heizwert	251,9 g CO _{2,eq} /kWh	1,1
Holzpellets	135 g CO _{2,eq} /kg Pellets	0,2
Holz hackschnitzel	20 kg CO _{2,eq} /Schüttraum	0,2
Scheitholz	54 g CO _{2,eq} /kg	0,2
Biogas	19 g CO _{2,eq} /kWh	0,4 bei unmittelbarem räumlichen Zusammenhang mit Gebäude oder KWK-Nutzung, sonst 1,1
Rapsöl	110 g CO _{2,eq} /kWh	0,5 bei unmittelbarem räumlichen Zusammenhang mit Gebäude oder Biomassenachhaltigkeits- zertifizierung, sonst 1,1

„eher hoch“

Photovoltaik-Nutzung:

- 4 unverschattete und 4 teilverschattete Süd-Dächer
- 95% Belegung mit PV-Modulen
- ca. 104m² Modulfläche pro Dach
- Indach-PV-System mit 15,2% Wirkungsgrad
- Anlagen zusammengefasst = 1 Ertragszähler
- Ertrag für das Referenzdach: ca. 137 kWh/(m²a)



Fotos: Passivhaus.de C.Grobe

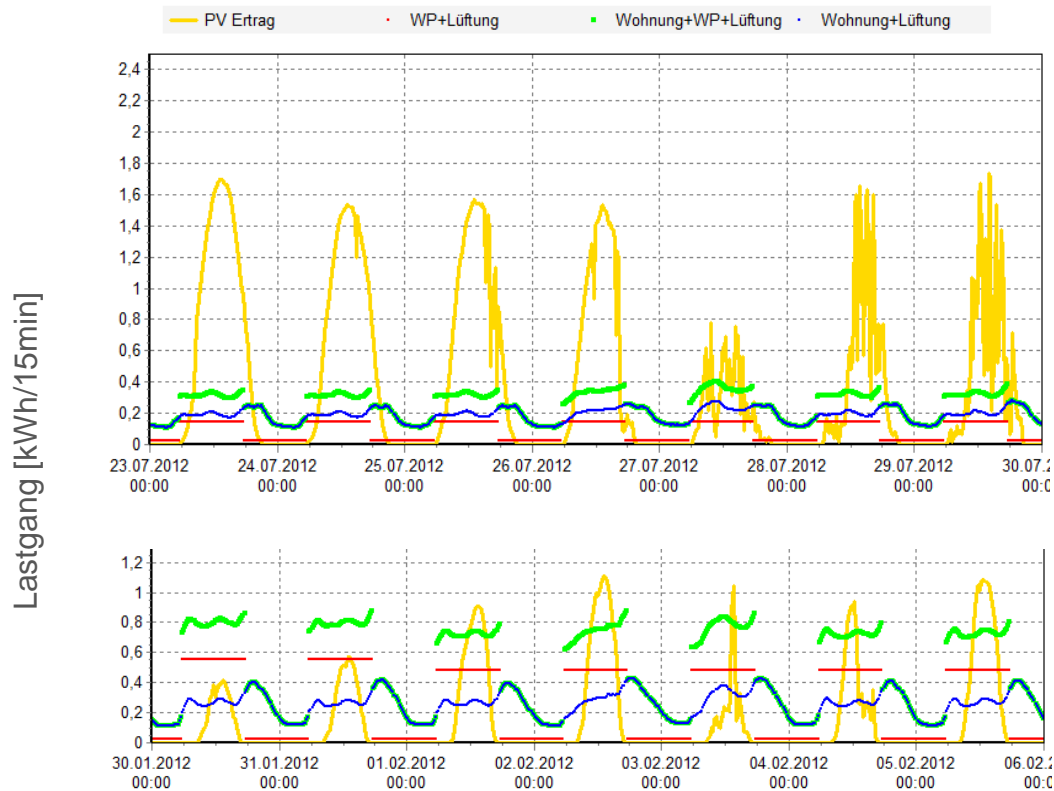
Vorgehensweise Studie:

- (1) Allgemeine Effizienzmaßnahmen und Reduktion Verteilverluste
- (2) Erzeugungsvarianten für Wärme- und Stromversorgung
- (3) Erzeugungsvarianten und Energiepreismodell

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit:

- Kapitalwertmethode (Barwert)
- Kalkulationszins: 4%
- Betrachtungszeitraum: 20 Jahre
- ohne Ansatz Energiepreissteigerung und Inflation
- Vergütung EEG 2012 (Studie vor Novelle 2014 fertiggestellt)

Modellierung von Verbrauch bzw. Erzeugung mit vereinfachenden Lastgängen, *hier* Beispiel Variante Wärmepumpe:



Sommer

Winter

Ergebnis

Effizienzmaßnahmen und Verteilnetz

Haushaltsstrom:

Voraussetzung zum wirtschaftlichen Erreichen der Null-Emission ist eine hohe Stromeffizienz im Haushalt mit kleiner 20 kWh/(m²a)

Verteilnetz:

Für alle Varianten wurde unabhängig von der Wahl des Wärmereizgerers berücksichtigt:

- Zeilenweise Wärmeversorgung; Eine quartierzentrale Lösung ist durch hohe Investitions- und Betriebskosten für ein Nahwärmenetz nicht empfehlenswert

Empfohlen, aber nicht berücksichtigt:

- Niedrige Netztemperatur (kleiner 48°C) und erhöhte Rohrnetzisolierung (EnEV 200%), in Verbindung mit wohnungsweisen, groß dimensionierten Wärmeübergabestationen

Ergebnis Einsatz von PV

Emissionsrelevant:

- CO₂-Null-Emission ist durch stromseitige Überkompensation in der Jahresbilanz möglich, jedoch:
Nahezu komplette Belegung der Süddachflächen mit PV erforderlich

Kostenrelevant:

- PV-Rendite zw. 0,7 und 1,6% p.a. kompensiert wärmeversorgende Anlagentechnik
- Eigenverbrauch mindestens 25% muss erreicht werden

Ergebnis

Versorgungsvarianten

Erdgas-Mini-BHKW mit Spitzenlastkessel + PV

- 2 x je 1 kW_{el}; 75% Deckungsgrad Wärme mit Spitzenlast-Brennwertkesseln (BWK)
- beste Wirtschaftlichkeit
- Vorteil: Geringe benötigte PV-Dachfläche (6,1 Dächer)
- Nachteil: Geringste primärenergetische Einsparung

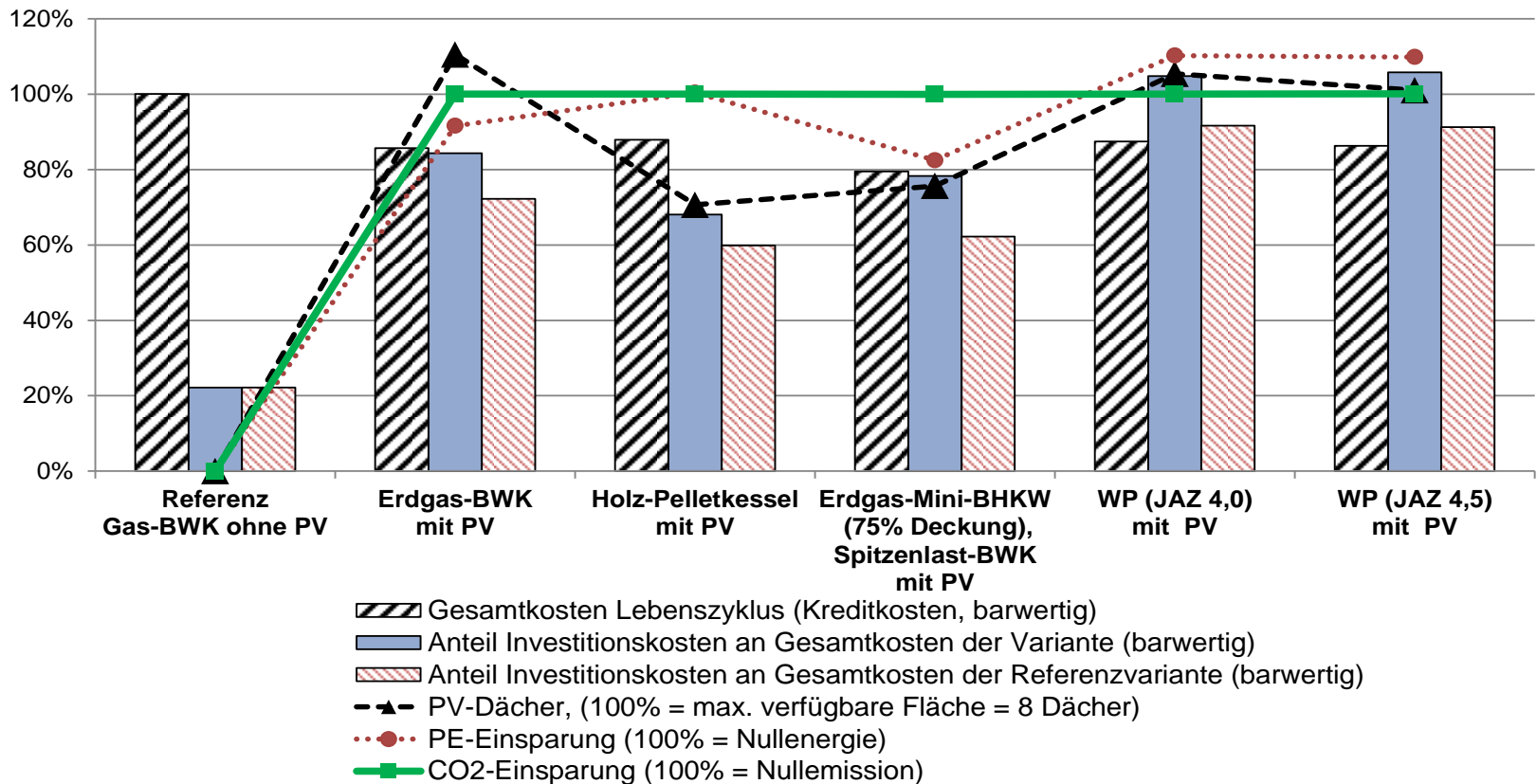
Holz-Pelletkessel + PV

- 2 x je 26 kW; Deckungsgrad 100%)
- mittlere Wirtschaftlichkeit
- Vorteile: Geringste PV-Fläche (5,7 Dächer), hohe primärenergetische Einsparung
- Nachteil: Platzbedarf und Betankung der Pelletlager

Erdgekoppelte Wärmepumpe + PV

- 2x 26 kW_{therm} mit 5 x 100m Erdwärmesonden)
- schlechtere Wirtschaftlichkeit
- Vorteil: Größte primärenerg. Einsparung, Smart-Grid-Fähigkeit
- Nachteile: hoher Platzbedarf für PV (8,1 bis 8,4 Dächer) und „Effizienz-Sensibilität“

Versorgungsvarianten (Top-Auswahl, normiert)



Ergebnis

Wirtschaftlichkeit Stromerzeugung

Betreiberkonzept „Dritte vor Ort beliefern“:

- Wohnungsgenossenschaft ist Eigentümer und Betreiber der PV-Anlage
- Verkauf von Strom (PV und Netzbezug) im Mischpreis (Stromhändler!)
- Modell der gleichteiligen Ertragsumlage
- Beispiel Preismodell mit Anreiz: „1ct/kWh günstiger als Grundversorgungstarif“:

Arbeitspreis Reststrom Grundversorgung (EVU/Netz):	25,0 ct/kWh
--	-------------

Arbeitspreis PV-Strom:

12,73 ct/kWh Stromgestehungskosten PV (Anlageninvest, -betrieb, Messung)	23,0 ct/kWh
6,24 ct/kWh EEG-Umlage (Stand Frühjahr 2013)	
4,03 ct/kWh Gewinnaufschlag (Rendite)	

Mischstromtarif „1ct günstiger als EVU “ anhand Eigenverbrauchsquote a:
 $a \times 23 \text{ ct/kWh} + (1-a) \times 25 \text{ ct/kWh} < 24 \text{ ct/kWh}$

→ Eigenverbrauchsanteil $a \geq 50 \%$ ($a \geq 25 \%$ bei AP PV-Strom 21ct/kWh, 2 ct/kWh Gewinn)

- **Mini-BHKW mit PV Einsatz ist wirtschaftlicher Favorit**
- **lokale Stromerzeugung ist maßgebend** für CO₂-Null-Emissionsbilanz und positive Rendite der PV-Stromerzeugung kompensiert Kosten für emissionsarme Wärmeversorgung
- hocheffiziente Modernisierung und **Stromeffizienz im Haushalt kleiner 20 kWh/m²a** ist notwendige Basis für das Null-Emissions-Ziel
- **hoher Eigenverbrauch (> 25%)** ist erforderlich und wird bedeutender (Update EEG 2014: geringere PV-Rendite wird kompensiert durch gefallene Modulpreise)
- **Entwicklung eines einfachen Stromabsatzmodell ist erforderlich:** Hürden und Komplexität für Eigentümer müssen überwunden werden, um den dezentralen Null-Emissions-Ansatz verfolgen zu können

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Matthias Wohlfahrt
proKlima – Der enercity-Fonds
Glockseestraße 33
30169 Hannover
matthias.wohlfahrt@enercity.de
www.proklima-hannover.de

Gunnar Harhausen (Autor d. Studie)
Carsten Grobe Passivhaus
Architektur- und TGA-Planungsbüro
Boulevard der EU 7
30539 Hannover
g.harhausen@passivhaus.de