

Energieversorgungskonzept Neubaugebiet B 282

erstellt für die

Boll Wohnungsbau Gesellschaft

Glashütter Damm 50
22850 Norderstedt

durch die

IPP ESN Power Engineering GmbH

Rendsburger Landstraße 196-196
24113 Kiel

in Kooperation mit der

Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V.

c/o SolarZentrum Hamburg
Handwerkszentrum 1
21079 Hamburg

26. Oktober 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2	Verschattungsanalyse	3
2.1	Grundsätzliches	3
2.1.1	Auswirkung der Gebäude- und Dachflächenausrichtung	3
2.1.2	Solare Trinkwassererwärmung	3
2.1.3	Solare Stromerzeugung	4
2.2	Durchführung Verschattungsanalyse	5
2.2.1	Erste qualitative Bewertung	5
2.2.2	Vor-Ort Termin	8
2.2.3	Simulationsrechnungen	10
2.3	Ergebnisse und Empfehlungen	11
2.3.1	Solarthermische Trinkwassererwärmung	11
2.3.2	Solare Stromerzeugung	12
2.3.3	Zusammenfassung und Empfehlung	13
3	Energiewirtschaftliche und ökologische Betrachtung der Wärmeerzeugung	14
3.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen für den Einsatz der Wärmeerzeuger	14
3.2	Berechnungsgrundlagen	15
3.3	Gebäudesteckbriefe	17
3.4	Eingesetzte Technologien	28
3.4.1	Pelletheizung	28
3.4.2	Wärmepumpe	28
3.4.3	Solarthermie zur Trinkwassererwärmung	29
3.4.4	Blockheizkraftwerk	30
4	Wirtschaftlichkeitsberechnung Photovoltaik	31
5	Handlungsempfehlung	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Lage des Baugebietes nördlicher Glashütter Damm	1
Abbildung 2.1: Wetterdaten für Berlin	3
Abbildung 2.2: Standardanlage zur Trinkwassererwärmung	4
Abbildung 2.3: Autarkiegrad PV-Anlage	5
Abbildung 2.4: Baugebiet Glashütter Damm	6
Abbildung 2.5: Ganzjährige Verschattung, Orientierung nach Süden	7
Abbildung 2.6: Ganzjährige Verschattung, Orientierung nach Straßenführung	8
Abbildung 2.7: SunEye-Gerät	9
Abbildung 2.8: Aufbau solarthermische Anlage	11
Abbildung 2.9: Schema photovoltaische Anlage	11
Abbildung 3.1: Aufbau einer Pelletheizung	28
Abbildung 3.2: Funktion einer Wärmepumpe	28
Abbildung 3.3: Verschiedene Wärmequellen von Wärmepumpen	29
Abbildung 3.4: Funktion Solarthermie	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Berechnungsgrundlagen für die weiteren Betrachtungen	15
Tabelle 3.2: Energiewirtschaftliche Ansätze	16

1 Einleitung und Aufgabenstellung



Abbildung 1.1: Lage des Baugebietes nördlicher Glashütter Damm

In Norderstedt im Bereich des nördlichen Glashütter Dammes soll östlich des Kreuzweges ein Wohngebiet mit 23 Grundstücken und einer Baufläche von ca. 16.000 m² erschlossen werden. In dem vorliegenden Konzept wird eine Verschattungsanalyse des Baugebietes durchgeführt.

Darauf aufbauend werden folgende Wärmeversorgungsvarianten auf Basis einer Vollkostenbetrachtung, d. h. unter Berücksichtigung von Kapitaldienst, Wartung und Energiebezugskosten, untersucht:

- Gas-Brennwertkessel
- Ölkessel
- Pelletkessel
- Elektrische Erdwärmepumpe
- Luftwärmepumpe
- Gasbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung
- Ölkessel mit solarer Trinkwassererwärmung
- Pelletkessel mit solarer Trinkwassererwärmung
- Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung
- Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung
- Blockheizkraftwerk mit einem integrierten Gas-Brennwertkessel zur Deckung der Spitzenlast

Hierbei werden folgende Gebäudetypen betrachtet (jeweils Einfamilienhaus und Doppelhaushälfte):

- KfW-Standard (ohne Gas-Brennwertkessel und Ölkessel – nicht zulässig im Sinne des EEWärmeG)
- KfW 70
- KfW 55
- KfW 40
- Passivhaus

2 Verschattungsanalyse

2.1 Grundsätzliches

Eine sinnvolle Nutzung der solaren Strahlungsenergie setzt neben einer passenden Anwendung eine günstige Orientierung der in Frage kommenden Dachfläche und eine weitgehende Verschattungsfreiheit voraus.

2.1.1 Auswirkung der Gebäude- und Dachflächenausrichtung

Die folgende Abbildung 2.1 zeigt die aus Wetterdaten für Berlin berechneten mittleren, Jahressummen der Globalstrahlung für verschieden orientierte Flächen. Die Höhe der Globalstrahlung für Hamburg liegt etwas niedriger (das Maximum beträgt 1.100 kWh/m²·Jahr), die Verteilung ist jedoch vergleichbar. Abgebildet sind Linien gleicher Strahlungssummen (Isoraden) in kWh/m²·Jahr. Auf der horizontalen Achse ist die Abweichung von der Südausrichtung (Azimut) und auf der vertikalen der Neigungswinkel einer Empfangsfläche abzulesen. Damit lässt sich die Frage nach dem Einfluss von Dachausrichtung und Dachneigung auf die Einstrahlung leicht beantworten.

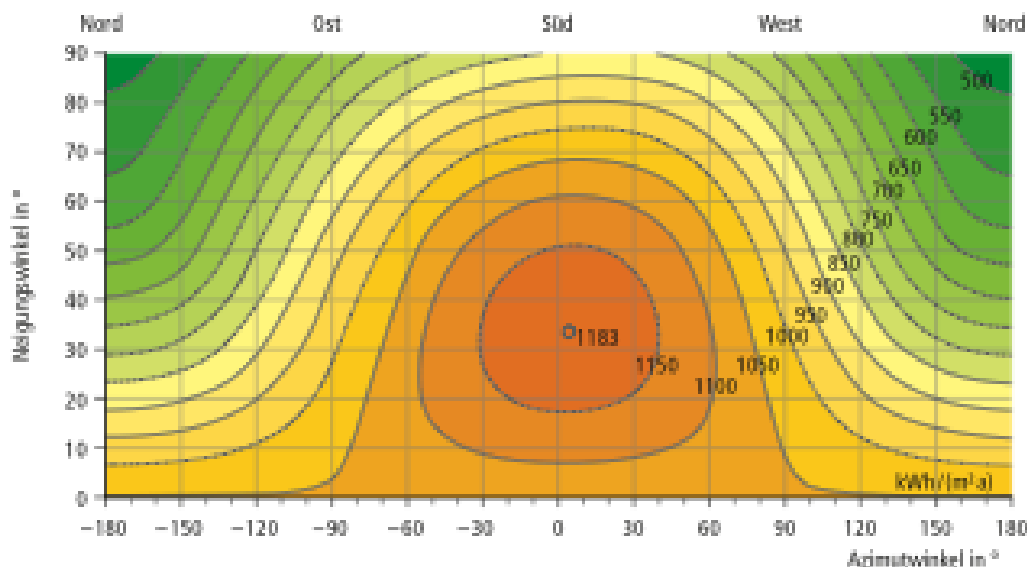


Abbildung 2.1: Wetterdaten für Berlin

Je nach Ausrichtung der Solaranlage ergibt sich eine unterschiedliche Globalstrahlung. Das Optimum liegt bei Südausrichtung und 30° Neigung. Eine Ost- bzw. West-Dachfläche erhält ca. 15 % bis 20 % weniger Einstrahlung im Vergleich zu einer Südausrichtung.

2.1.2 Solare Trinkwassererwärmung

In Bezug auf den Einsatz einer solarthermischen Anlage macht im Neubaubereich eine solare Heizungsunterstützung aufgrund des recht hohen Wärmeschutzes relativ wenig Sinn. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieser Untersuchung allein die solare Trinkwassererwärmung betrachtet. Typische Kenndaten einer solarthermischen Anlage zur Trinkwassererwärmung im Einfamilienhaus sind:

- ca. 5 m² Kollektorfläche (entspricht zwei Flachkollektoren)
- 300 Liter Trinkwarmwasserspeicher
- 100%ige Abdeckung des Trinkwasserwärmebedarfs von Mai bis September
- Jahres-Deckungsanteil ca. 60 %
- Kosten ca. 4.000 € (inkl. Montage und MwSt.)

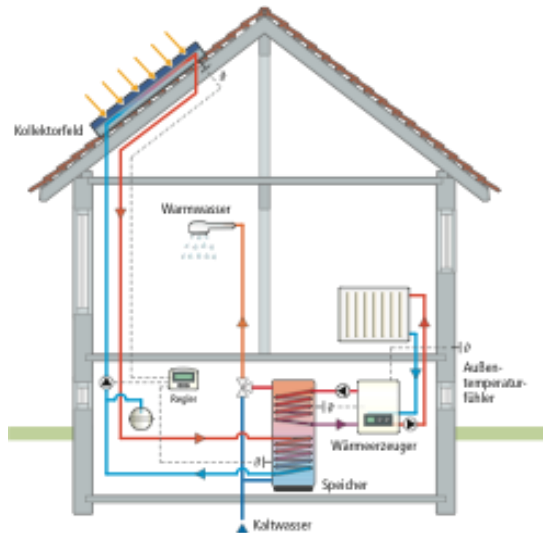


Abbildung 2.2: Standardanlage zur Trinkwassererwärmung¹

Eine zusätzliche Einsparung von Haushaltsstrom kann bei Anschluss von Waschmaschine und Geschirrspüler an das Trinkwarmwasser erreicht werden. Für die Waschmaschine ist hierfür in den meisten Fällen ein Waschmaschinenvorschaltgerät erforderlich.

2.1.3 Solare Stromerzeugung

Alternativ oder auch in Kombination mit einer solarthermischen Anlage gewinnt die Erzeugung von Strom zunehmend an Bedeutung. Aufgrund der einerseits gestiegenen Strombezugspreise und andererseits relativ geringen Einspeisevergütung für überschüssigen Solarstrom werden heutige Solarstromanlagen auf den Eigenverbrauch optimiert. Dies bedeutet, dass eine Auslegung der Anlagengröße angepasst an den jährlichen Stromverbrauch erfolgt. Folgende Kenndaten können für eine Photovoltaikanlage genannt werden:

- Flächenbedarf pro kW ca. 8 bis 10 m² (bei Einsatz mono- oder polykristalliner Module)
- Spezifischer Jahresertrag pro kW ca. 850 kWh
- Autarkiegrad ca. 30% (Generatorgröße in kW gleich Jahresstromverbrauch in MWh)
- Spezifische Kosten pro kW ca. 1.750 € (inkl. Montage und MwSt.)

Im Rahmen der Verschattungsanalyse wurde eine 4 kW_p-Anlage gewählt. Bei einem Jahresstromverbrauch von 4.000 kWh ergäbe sich ein Eigenverbrauchsanteil bzw. Autarkiegrad von 30%. Eine höhere Unabhängigkeit ließe sich neben einer Vergrößerung der Generatorfläche im Wesentlichen durch den Einsatz einer Speicherbatterie erzielen.

¹ Quelle: DGS-Leitfaden solarthermische Anlagen

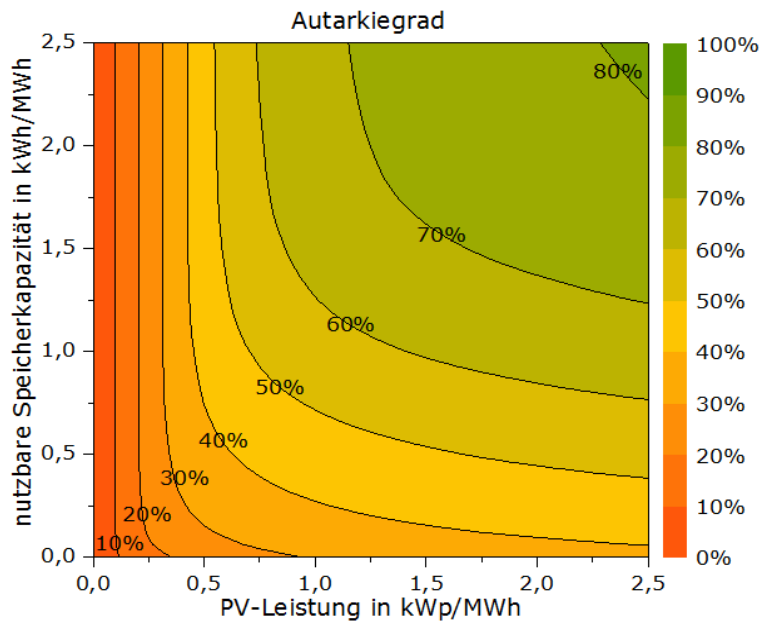


Abbildung 2.3: Autarkiegrad PV-Anlage

Beispiel: Bei einem Jahresstromverbrauch von 4.000 kWh (4 MWh), einer PV-Anlage mit 4 kW_p Leistung verbessert sich der Autarkiegrad durch eine Batterie mit 4 kWh Nutzkapazität von 30 % auf 55 %.

2.2 Durchführung Verschattungsanalyse

2.2.1 Erste qualitative Bewertung

Das zu untersuchende Neubaugebiet umfasst 22 Grundstücke.



Abbildung 2.4: Baugebiet Glashütter Damm

Um einen ersten Eindruck von der Verschattungssituation zu erhalten, wurden in einem Modell die Schattenwürfe berechnet und dargestellt:

- Ganzjährig jeweils für den 15.ten jeden Monats und jeweils zur Mittagszeit bei Südausrichtung der Gebäude (vgl. Abbildung 2.5)

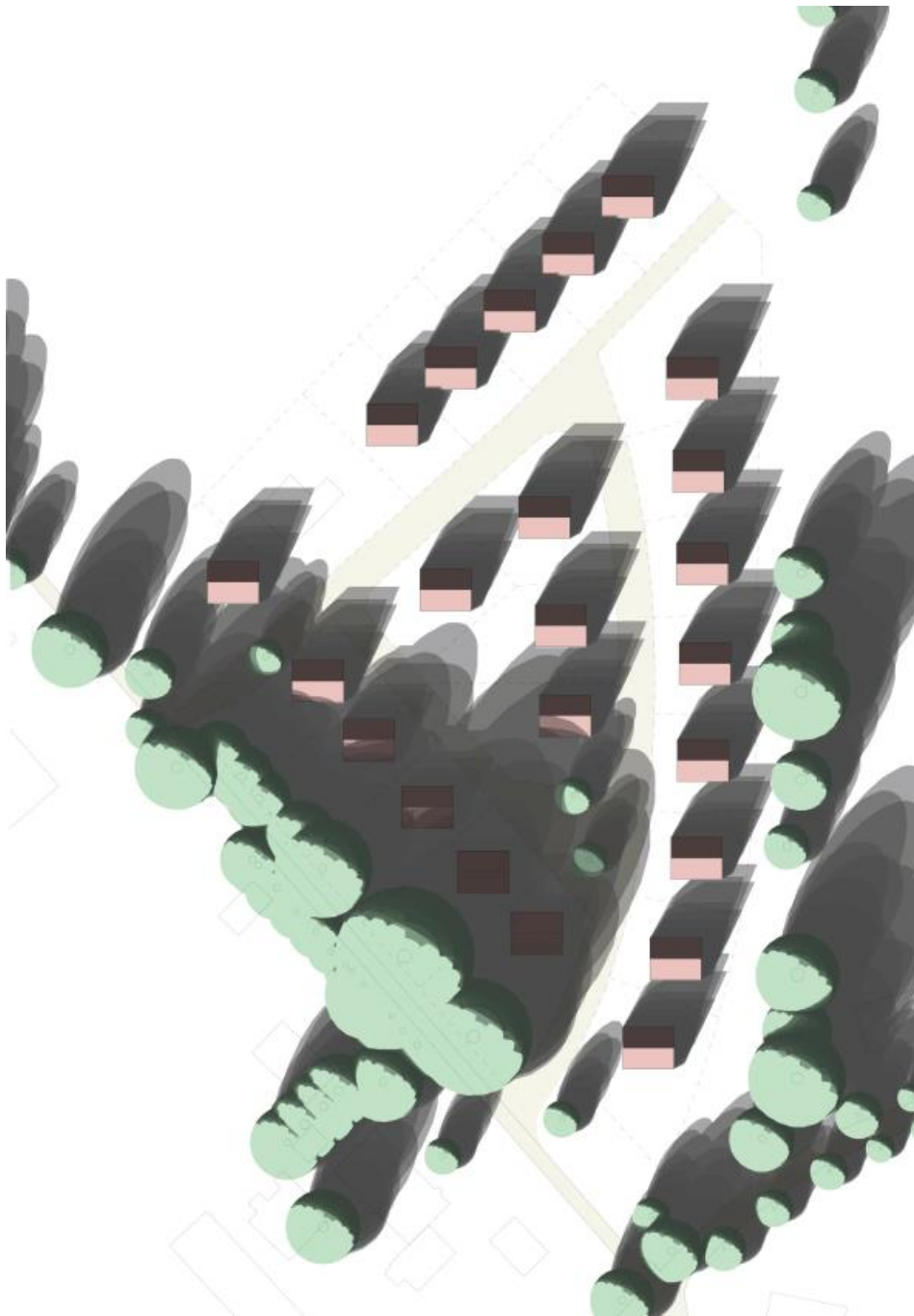


Abbildung 2.5: Ganzjährige Verschattung, Orientierung nach Süden

- Wie oben, Gebäude jedoch parallel zur Straße ausgerichtet (vgl. Abbildung 2.6)



Abbildung 2.6: Ganzjährige Verschattung, Orientierung nach Straßenführung

Bereits erkennbar sind (unabhängig von einer ungünstigen Orientierung der Dachflächen) in Bezug auf die Verschattung kritisch anzusehende Grundstücke bzw. Gebäude auf den Grundstücken 15, 16, 17 und 18.

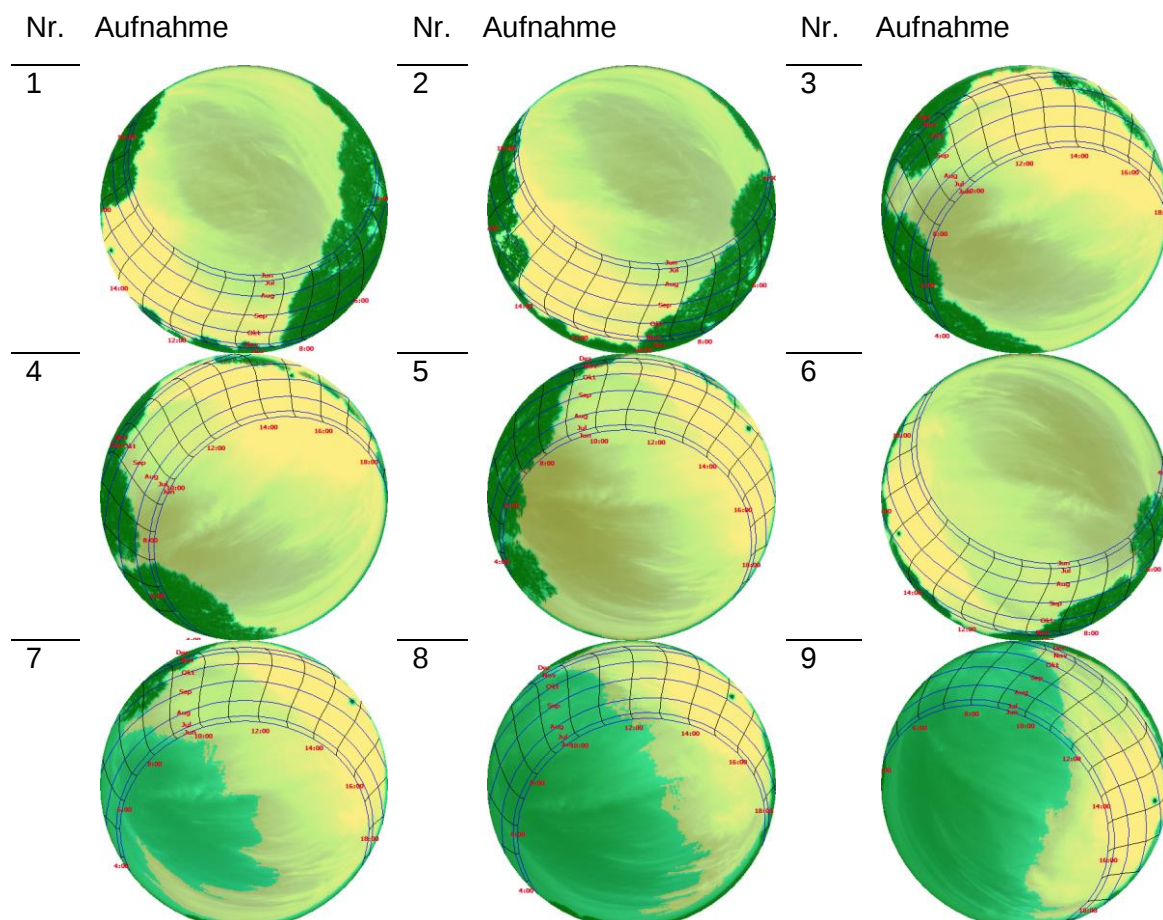
2.2.2 Vor-Ort Termin

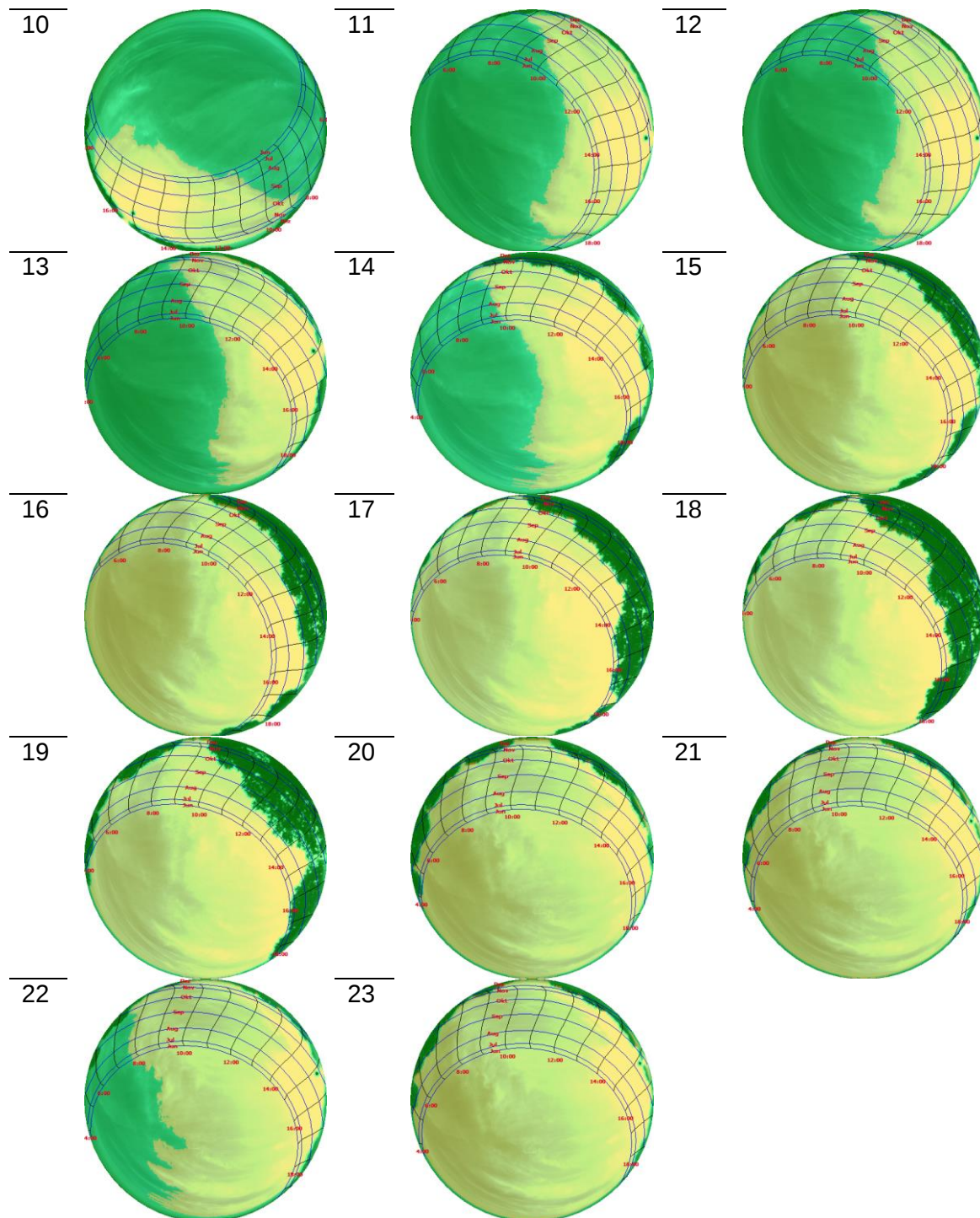
Am 12.10.2015 wurden Vor-Ort mit Hilfe des SunEye-Gerätes (vgl. Abbildung 2.7) von jedem Grundstück mittig innerhalb der Bebauungsgrenzen 360°-Aufnahmen in 5 Meter Höhe durchgeführt.



Abbildung 2.7: SunEye-Gerät

Die 360°-Aufnahmen von den jeweiligen Grundstücken inkl. Sonnenbahnen zeigen die folgenden Abbildungen.





2.2.3 Simulationsrechnungen

Im Anschluss wurden die einzelnen Aufnahmen in den Verschattungeditor der Simulationsprogramme T*SOL pro 5.5 (R11) und PV*SOL eingelesen. Mit Hilfe dieser Simulationsprogramme für solarthermische Anlagen (T*SOL) bzw. photovoltaische Anlagen (PV*SOL) konnten nun Ertragsberechnungen durchgeführt werden, wobei folgende Randbedingungen angenommen wurden:

Simulation solarthermische Anlage

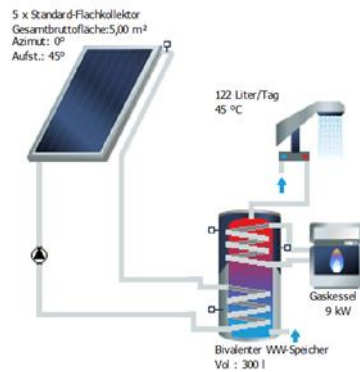


Abbildung 2.8: Aufbau solarthermische Anlage

- Jährlicher Trinkwarmwasserwärmebedarf 1.875 kWh (entspricht 12,5 kWh/m² Wohnfläche und Jahr)
- Verbrauchsprofil „Einfamilienhaus mit Abendspitze“
- Keine Zirkulationsleitung
- 5 m² Flachkollektorfläche (selektiv beschichteter Absorber)
- 300 Liter bivalenter Trinkwasserspeicher
- Dachneigung 30°
- Dachausrichtung Süd

Simulation photovoltaische Anlage

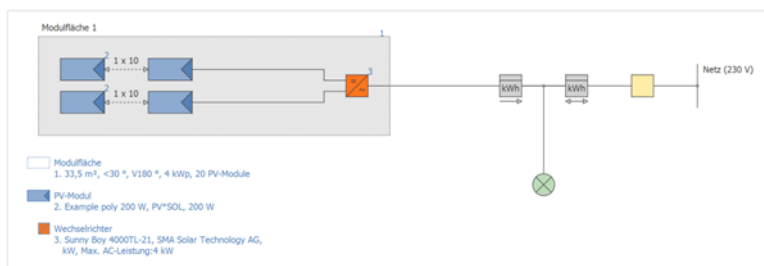


Abbildung 2.9: Schema photovoltaische Anlage

- Jährlicher Stromverbrauch 4.000 kWh
- Verbrauchsprofil „Einfamilienhaus“
- Keine Speicherbatterie
- kW_p Generator (20 x 200 W-monokristalline Module)
- Wechselrichter 4 kW AC-Leistung
- Dachneigung 30°
- Dachausrichtung Süd

2.3 Ergebnisse und Empfehlungen

2.3.1 Solarthermische Trinkwassererwärmung

Der Einfluss der Verschattung auf die Nutzung solarthermischer Anlagen zur Trinkwassererwärmung ist folgender Tabelle zu entnehmen. Es werden die solaren Erträge

sowie der solare Deckungsanteil (in Bezug auf Trinkwassererwärmung) und die Abweichungen durch Verschattung und zusätzlich bei einer Abweichung von Süden angegeben.

Nr.	Solarer Deckungsanteil	Ertrag Solarsystem	Minderung	
			durch Verschattung	zusätzlich durch Abweichung von Süd
Opt.	60 %	1.297 kWh/Jahr		
1	53,5%	1.141 kWh/Jahr	12,0%	14,0%
2	53,5%	1.141 kWh/Jahr	12,0%	13,0%
3	54,3%	1.161 kWh/Jahr	10,5%	10,5%
4	54,4%	1.163 kWh/Jahr	10,3%	10,3%
5	54,8%	1.172 kWh/Jahr	9,6%	9,6%
6	55,0%	1.180 kWh/Jahr	9,0%	9,0%
7	58,7%	1.265 kWh/Jahr	2,5%	2,7%
8	59,5%	1.283 kWh/Jahr	1,1%	2,1%
9	59,6%	1.289 kWh/Jahr	0,6%	4,6%
10	59,7%	1.290 kWh/Jahr	0,5%	4,5%
11	59,7%	1.290 kWh/Jahr	0,5%	4,5%
12	59,4%	1.280 kWh/Jahr	1,1%	5,0%
13	59,0%	1.274 kWh/Jahr	1,8%	5,8%
14	55,0%	1.182 kWh/Jahr	8,9%	12,9%
15	52,0%	1.112 kWh/Jahr	14,3%	18,3%
16	49,4%	1.053 kWh/Jahr	18,8%	22,8%
17	48,2%	1.025 kWh/Jahr	21,0%	25,0%
18	44,4%	936 kWh/Jahr	27,8%	31,8%
19	44,2%	931 kWh/Jahr	28,2%	33,2%
20	56,0%	1.203 kWh/Jahr	7,2%	7,2%
21	57,4%	1.235 kWh/Jahr	4,8%	4,8%
22	58,5%	1.262 kWh/Jahr	2,7%	2,7%
23	57,3%	1.232 kWh/Jahr	4,9%	4,9%

Gebäude in Südausrichtung:

Es ist zu erkennen, dass die Gebäude auf den Grundstücken 1, 2, 3, 4, 14 und 15 mit Ertragsminderungen von mindestens 10 %, Gebäude auf den Grundstücken 16, 17, 18 und 19 mit mindestens 20 % rechnen müssen.

Gebäudeausrichtung parallel zur Straße:

Aufgrund der Verschattungssituation und einer zusätzlichen nichtoptimalen Gebäudeausrichtung verschlechtert sich die Situation für die meisten Gebäude. Darüber hinaus liegen die Ertragsminderungen für Grundstück 14 bei über 10 % und für Grundstück 16 bei über 20 % und für die Grundstücke 18 und 19 bei über 30%.

2.3.2 Solare Stromerzeugung

Ausgehend von einem durchschnittlichen Stromverbrauchsprofil bzw. Jahresstromverbrauch von 4.000 kWh (Haushaltsstrom) wird für alle Grundstücke bzw. Häuser eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 4 kW_p durchgerechnet.

Nr.	PV-Generator-leistung AC	Eigen-verbrauch	Netz-einspeisung	Minderung durch Verschattung	zusätzlich Abweichung von Süd
Opt	3.436 kWh/Jahr	856 kWh/Jahr	2.580 kWh/Jahr		
1	2.766 kWh/Jahr	713 kWh/Jahr	2.053 kWh/Jahr	19,5%	21,5%
2	2.798 kWh/Jahr	723 kWh/Jahr	2.075 kWh/Jahr	18,6%	19,6%
3	3.025 kWh/Jahr	771 kWh/Jahr	2.254 kWh/Jahr	12,0%	12,0%
4	2.960 kWh/Jahr	759 kWh/Jahr	2.201 kWh/Jahr	13,9%	13,9%
5	2.930 kWh/Jahr	767 kWh/Jahr	2.163 kWh/Jahr	14,7%	14,7%
6	3.078 kWh/Jahr	784 kWh/Jahr	2.294 kWh/Jahr	10,4%	10,4%
7	3.342 kWh/Jahr	836 kWh/Jahr	2.506 kWh/Jahr	2,7%	2,7%
8	3.350 kWh/Jahr	837 kWh/Jahr	2.513 kWh/Jahr	2,5%	3,5%
9	3.360 kWh/Jahr	840 kWh/Jahr	2.520 kWh/Jahr	2,2%	6,2%
10	3.290 kWh/Jahr	805 kWh/Jahr	2.485 kWh/Jahr	4,2%	8,2%
11	2.250 kWh/Jahr	800 kWh/Jahr	2.450 kWh/Jahr	5,4%	9,4%
12	3.190 kWh/Jahr	788 kWh/Jahr	2.402 kWh/Jahr	7,2%	11,2%
13	3.170 kWh/Jahr	781 kWh/Jahr	2.389 kWh/Jahr	7,7%	11,7%
14	3.116 kWh/Jahr	775 kWh/Jahr	2.341 kWh/Jahr	9,3%	13,3%
15	3.065 kWh/Jahr	760 kWh/Jahr	2.305 kWh/Jahr	10,8%	14,8%
16	2.953 kWh/Jahr	739 kWh/Jahr	2.214 kWh/Jahr	14,1%	18,1%
17	2.723 kWh/Jahr	676 kWh/Jahr	2.047 kWh/Jahr	20,8%	24,8%
18	2.482 kWh/Jahr	630 kWh/Jahr	1.852 kWh/Jahr	27,8%	31,8%
19	2.530 kWh/Jahr	635 kWh/Jahr	1.895 kWh/Jahr	26,4%	31,4%
20	3.253 kWh/Jahr	802 kWh/Jahr	2.451 kWh/Jahr	5,3%	5,3%
21	3.311 kWh/Jahr	817 kWh/Jahr	2.494 kWh/Jahr	3,6%	3,6%
22	3.382 kWh/Jahr	839 kWh/Jahr	2.543 kWh/Jahr	1,6%	4,6%
23	3.309 kWh/Jahr	815 kWh/Jahr	2.494 kWh/Jahr	1,6%	4,6%

Gebäude in Südausrichtung:

Es ist zu erkennen, dass die Gebäude auf den Grundstücken 17, 18 und 19 mit Ertragsminderungen von mindestens 20 % rechnen müssen.

Gebäudeausrichtung parallel zur Straße:

Aufgrund der Verschattungssituation und einer zusätzlichen nichtoptimalen Gebäudeausrichtung liegt die Ertragsminderung für das Grundstück 1 über 20%. für die Grundstücke 18 und 19 über 30 %.

2.3.3 Zusammenfassung und Empfehlung

Für ca. die Hälfte der 23 Grundstücke liegt der Einfluss der Verschattung auf den Solarwärmeertrag unter 10 %, für ca. ein Drittel in Bezug auf eine Solarstromnutzung unter 10 %. Besonders kritisch für eine Solarwärmeanwendung sind die Grundstücke 16, 17, 18 und 19 und für eine Solarstromanwendung die Grundstücke 1, 17, 18 und 19 einzustufen. Hier muss mit einer Ertragsminderung von über 20 %, teilweise über 30 % (Grundstücke 18 und 19) gerechnet werden.

3 Energiewirtschaftliche und ökologische Betrachtung der Wärmeerzeugung

3.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen für den Einsatz der Wärmeerzeuger

Bei der Errichtung neuer Gebäude muss eine Vielzahl an Gesetzen eingehalten werden. Zu diesen Gesetzen zählt auch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, kurz EEWärmeG.

„Zweck dieses Gesetzes ist es, insbesondere im Interesse des Klimaschutzes, der Schonung fossiler Ressourcen und der Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten, eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Wärme aus Erneuerbaren Energien zu fördern.“ (EEWärmeG).

Im Rahmen des EEWärmeG wird vorgeschrieben, dass die Eigentümer von Gebäuden, die neu errichtet werden, den Wärmeenergiebedarf anteilig durch die Nutzung Erneuerbarer Energien decken müssen.

Nach Vorgabe des EEWärmeG muss folgender Wärmeanteil durch Erneuerbare Energien gedeckt werden:

- Bei Nutzung von solarer Strahlungsenergie: 15%
- Bei Nutzung von gasförmiger Biomasse: 30%
- Bei Nutzung von flüssiger Biomasse und fester Biomasse: 50%
- Bei Nutzung von Geothermie und Umweltwärme: 50%

Es sind jedoch auch Ersatzmaßnahmen zugelassen:

- Mindestens 50%
 - aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme oder
 - aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen)
- Maßnahmen zur Einsparung von Energie (mind. 15% besser als EnEV)
- Nah- oder Fernwärme (mind. 50% KWK)

Erneuerbare Energien und Ersatzmaßnahmen können zur Erfüllung der Pflicht miteinander kombiniert werden.

3.2 Berechnungsgrundlagen

Für die Ermittlung des Wärme- und Strombedarfes werden folgende Annahmen getroffen:

Tabelle 3.1: Berechnungsgrundlagen für die weiteren Betrachtungen

	EFH	DHH
Fläche in m²		
Heizfläche	150	100
Spez. Heizwärmebedarfe in kWh/(m²*Jahr)		
Standard	51	50
KfW 70	42	41
KfW 55	32	31
KfW 40	23	22
Passiv	14	14
Heizwärmebedarf in kWh/Jahr		
Standard	7.650	5.000
KfW 70	6.300	4.100
KfW 55	4.800	3.100
KfW 40	3.450	2.200
Passiv	2.100	1.400
Leistungsbedarf Heizung in kW		
Vbh	1.600	
Standard	5	4
KfW 70	4	3
KfW 55	3	2
KfW 40	3	2
Passiv	2	1
Wärmebedarf WW		
Spezifisch in kWh/m ²	12,5	
Absolut in kWh	1.875	1.250
Leistung in kW	15	15
Mittelwert Kollektorertrag	1170	1170
Strombedarf in kWh		
Bedarf	4.000	4.000

Zur Ermittlung des Leistungsbedarfes für die Heizung wird von 1.600 Vollastbenutzungsstunden ausgegangen. Die höchste Leistung wird bei dem Einfamilienhaus (EFH) nach EnEV-Standard mit ca. 5 kW erwartet.

Für die Warmwasserbereitung wird für eine schnelle Warmwasserbereitung hingegen eine Leistung von ca. 15 kW benötigt. Installiert wird in einem solchen Fall stets die größere benötigte Leistung, in diesem Fall also 15 kW.

Es wird von folgenden energiewirtschaftlichen Ansätzen ausgegangen:

Tabelle 3.2: Energiewirtschaftliche Ansätze

Energiewirtschaftliche Ansätze				
Kapitalgebundene Kosten				Dimension
Zinssatz		ca.	2%	/Jahr
Kapitaldienstfaktoren (Annuitätische Betrachtung):				
BHKW	Betrachtungs- zeitraum:	10 Jahre	11,13%	/ Jahr
Anlagen		20 Jahre	6,12%	/ Jahr
Schornstein, Gasanschluss, Bohrung		40 Jahre	3,66%	/ Jahr
Wartung/Reparatur/Versicherung/Betrieb				
Wärmepumpe		ca.	50	€/Jahr
Solarthermiemodule		ca.	50	€/Jahr
Pelletheizung		ca.	500	€/Jahr
Gaskessel & Peripherie		ca.	250	€/Jahr
Ölkessel & Peripherie		ca.	300	€/Jahr
BHKW & Peripherie		ca.	300	€/Jahr
Energie- und Hilfsstoffkosten				
Grundpreis Erdgas			75,54	€/Jahr
Arbeitspreis Erdgas			5,520	ct/kWh _{HS}
bei	1,10	HS/Hi	6,072	ct/kWh _{Hi}
Heizöl			68,000	ct/l
bei	10,90	kWh/l	6,239	ct/kWh _{Hi}
Stromkosten Wärmepumpentarif Arbeitspreis			23,71	ct/kWh _{el}
Stromkosten Wärmepumpentarif Grundpreis			54,69	€/Jahr
Stromkosten Arbeitspreis			25,95	ct/kWh _{el}
Stromkosten Grundpreis			57,83	€/Jahr
Holzpellets			4,80	ct/kWh _{Hi}
EEG-Umlage			0,25	ct/kWh _{el}
Energiesteuerrückerstattung			0,55	ct/kWh _{HS}
EEX-Vergütung			3,284	ct/kWh _{el}
Alle Preise verstehen sich inkl. MwSt.				

3.3 Gebäudesteckbriefe

Aus den Bedarfen, den rechtlichen Rahmenbedingungen und den obigen energiewirtschaftlichen Ansätzen ergeben sich für die einzelnen Technologien und Baustandards die folgenden jährlichen Wärmegestehungskosten und CO₂-Emissionen.

Alle Kosten und Preise verstehen sich inkl. MwSt.

Einfamilienhaus EnEV Standard										
Grundlagen										
Fläche	ca.	150 m²								
allgemeiner Strombedarf	ca.	4.000 kWh/Jahr								
Heizwärmebedarf	ca.	7.650 kWh/Jahr								
Wärmebedarf für Warmwasser	ca.	1.875 kWh/Jahr								
Wärmebedarf gesamt	ca.	9.525 kWh/Jahr								
Leistungsbedarf Heizung	ca.	5 kW								
Leistungsbedarf Warmwasser	ca.	15 kW								
Zu installierende Leistung	ca.	15 kW								
Anlagenkonfiguration										
Technologie	Investitionen inkl. Förderung		Jährliche Ausgaben					CO₂-Emissionen		
			Strombedarf	Brennstoffbedarf	Kapitalkosten	Wartungskosten	Stromkosten	Brennstoffkosten	Summe	
Erdgaskessel	ca.		Gemäß EEWärmeG nicht möglich!							
Heizölkessel	ca.		Gemäß EEWärmeG nicht möglich!							
Pellettheizung (3.500 € Förderung)	ca.	16.500 €	4.000 kWh/Jahr	2.160 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	510 €/Jahr	3.070 € / Jahr	2.304 kg/Jahr
Elektrische Erdwärmepumpe	ca.	19.360 €	7.696 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	2.030 €/Jahr		3.150 € / Jahr	3.860 kg/Jahr
Luftwärmepumpe	ca.	17.500 €	8.061 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	2.110 €/Jahr		3.230 € / Jahr	4.640 kg/Jahr
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	8.170 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	620 €/Jahr	3.000 € / Jahr	4.120 kg/Jahr
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.500 €	4.000 kWh/Jahr	820 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	560 €/Jahr	3.020 € / Jahr	4.690 kg/Jahr
Pellettheizung mit solarer Trinkwassererwärmung (4.000 € Förderung)	ca.	19.000 €	4.000 kWh/Jahr	1.895 kg/Jahr	1.110 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	450 €/Jahr	3.210 € / Jahr	2.304 kg/Jahr
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	24.960 €	6.694 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.790 €/Jahr		3.300 € / Jahr	3.860 kg/Jahr
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	21.800 €	7.092 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.880 €/Jahr		3.310 € / Jahr	4.090 kg/Jahr
Mikro BHKW	ca.	20.000 €	3.301 kWh/Jahr	11.334 kWh/Jahr	2.080 €/Jahr	300 €/Jahr	910 €/Jahr	760 €/Jahr	3.970 € / Jahr	4.191 kg/Jahr

Einfamilienhaus KfW-70												
Grundlagen												
Fläche	ca.	150 m²										
allgemeiner Strombedarf	ca.	4.000 kWh/Jahr										
Heizwärmebedarf	ca.	6.300 kWh/Jahr										
Wärmebedarf für Warmwasser	ca.	1.875 kWh/Jahr										
Wärmebedarf gesamt	ca.	8.175 kWh/Jahr										
Leistungsbedarf Heizung	ca.	4 kW										
Leistungsbedarf Warmwasser	ca.	15 kW										
Zu installierende Leistung	ca.	15 kW										
Anlagenkonfiguration												
Technologie		Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben					CO₂-Emissionen				
			Strombedarf	Brennstoffbedarf	Kapitalkosten	Wartungskosten	Stromkosten	Brennstoffkosten	Summe			
Erdgaskessel	ca.	14.000 €	4.000 kWh/Jahr	7.990 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	609 €/Jahr	2.689 € / Jahr	4.080 kg/Jahr		
Heizkessel	ca.	14.500 €	4.000 kWh/Jahr	810 l/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	550 €/Jahr	2.710 € / Jahr	4.640 kg/Jahr		
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca.	16.500 €	4.000 kWh/Jahr	1.850 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	440 €/Jahr	3.000 € / Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe	ca.	19.360 €	7.375 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.950 €/Jahr		3.070 € / Jahr	4.250 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe	ca.	17.500 €	7.675 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	2.020 €/Jahr		3.140 € / Jahr	4.420 kg/Jahr		
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	6.850 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	530 €/Jahr	2.910 € / Jahr	3.830 kg/Jahr		
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.500 €	4.000 kWh/Jahr	690 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	470 €/Jahr	2.930 € / Jahr	4.310 kg/Jahr		
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung (4.000 € Förderung)	ca.	19.000 €	4.000 kWh/Jahr	1.590 kg/Jahr	1.110 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	374 €/Jahr	3.134 € / Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	24.960 €	6.373 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.710 €/Jahr		3.220 € / Jahr	3.670 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	21.800 €	6.706 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.790 €/Jahr		3.220 € / Jahr	3.860 kg/Jahr		
Mikro BHKW	ca.	20.000 €	3.402 kWh/Jahr	9.722 kWh/Jahr	2.077 €/Jahr	300 €/Jahr	940 €/Jahr	670 €/Jahr	3.880 € / Jahr	3.920 kg/Jahr		

Einfamilienhaus KfW-55 Grundlagen											
Fläche	ca. 150 m ²										
allgemeiner Strombedarf	ca. 4.000 kWh/Jahr										
Heizwärmebedarf	ca. 4.800 kWh/Jahr										
Wärmebedarf für Warmwasser	ca. 1.875 kWh/Jahr										
Wärmebedarf gesamt	ca. 6.675 kWh/Jahr										
Leistungsbedarf Heizung	ca. 3 kW										
Leistungsbedarf Warmwasser	ca. 15 kW										
Zu installierende Leistung	ca. 15 kW										
Anlagenkonfiguration											
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben						CO ₂ - Emissionen			
		Strombedarf	Brennstoff- bedarf	Kapitalkosten	Wartungs- kosten	Strom- kosten	Brennstoff- kosten	Summe			
Erdgaskessel	ca. 14.000 €	4.000 kWh/Jahr	6.520 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	510 €/Jahr	2.590 €/Jahr	3.754 kg/Jahr		
Heizölkessel	ca. 14.500 €	4.000 kWh/Jahr	660 l/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	450 €/Jahr	2.610 €/Jahr	4.210 kg/Jahr		
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca. 16.500 €	4.000 kWh/Jahr	1.510 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	360 €/Jahr	2.920 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe	ca. 19.360 €	7.018 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.870 €/Jahr		2.990 €/Jahr	4.040 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe	ca. 17.500 €	7.246 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.920 €/Jahr		3.040 €/Jahr	4.174 kg/Jahr		
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.000 €	4.000 kWh/Jahr	5.380 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	435 €/Jahr	2.815 €/Jahr	3.500 kg/Jahr		
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.500 €	4.000 kWh/Jahr	540 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	370 €/Jahr	2.830 €/Jahr	3.880 kg/Jahr		
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung (4.000 € Förderung)	ca. 19.000 €	4.000 kWh/Jahr	1.250 kg/Jahr	1.110 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	294 €/Jahr	3.054 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 24.960 €	6.016 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.630 €/Jahr		3.140 €/Jahr	3.470 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 21.800 €	6.278 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.690 €/Jahr		3.120 €/Jahr	3.620 kg/Jahr		
Mikro BHKW	ca. 20.000 €	3.496 kWh/Jahr	7.974 kWh/Jahr	2.077 €/Jahr	300 €/Jahr	970 €/Jahr	560 €/Jahr	3.790 €/Jahr	3.620 kg/Jahr		

Einfamilienhaus KfW-40 Grundlagen											
Fläche	ca. 150 m ²										
allgemeiner Strombedarf	ca. 4.000 kWh/Jahr										
Heizwärmebedarf	ca. 3.450 kWh/Jahr										
Wärmebedarf für Warmwasser	ca. 1.875 kWh/Jahr										
Wärmebedarf gesamt	ca. 5.325 kWh/Jahr										
Leistungsbedarf Heizung	ca. 3 kW										
Leistungsbedarf Warmwasser	ca. 15 kW										
Zu installierende Leistung	ca. 15 kW										
Anlagenkonfiguration											
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben						CO ₂ - Emissionen			
		Strombedarf	Brennstoff- bedarf	Kapitalkosten	Wartungs- kosten	Strom- kosten	Brennstoff- kosten	Summe			
Erdgaskessel	ca. 14.000 €	4.000 kWh/Jahr	5.210 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	420 €/Jahr	2.500 €/Jahr	3.460 kg/Jahr		
Heizölkessel	ca. 14.500 €	4.000 kWh/Jahr	530 l/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	360 €/Jahr	2.520 €/Jahr	3.830 kg/Jahr		
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca. 16.500 €	4.000 kWh/Jahr	1.210 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	280 €/Jahr	2.840 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe	ca. 19.360 €	6.696 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.790 €/Jahr		2.910 €/Jahr	3.860 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe	ca. 17.500 €	6.861 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.830 €/Jahr		2.950 €/Jahr	3.950 kg/Jahr		
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.000 €	4.000 kWh/Jahr	4.060 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	350 €/Jahr	2.730 €/Jahr	3.210 kg/Jahr		
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.500 €	4.000 kWh/Jahr	410 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	280 €/Jahr	2.740 €/Jahr	3.490 kg/Jahr		
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung (4.000 € Förderung)	ca. 19.000 €	4.000 kWh/Jahr	940 kg/Jahr	1.110 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	220 €/Jahr	2.980 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 24.960 €	5.694 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.550 €/Jahr		3.060 €/Jahr	3.280 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 21.800 €	5.892 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.600 €/Jahr		3.030 €/Jahr	3.390 kg/Jahr		
Mikro BHKW	ca. 20.000 €	3.586 kWh/Jahr	6.390 kWh/Jahr	2.077 €/Jahr	300 €/Jahr	990 €/Jahr	460 €/Jahr	3.700 €/Jahr	3.360 kg/Jahr		

Einfamilienhaus Passivbauweise											
Grundlagen											
Fläche	ca.	150 m²									
allgemeiner Strombedarf	ca.	4.000 kWh/Jahr									
Heizwärmebedarf	ca.	2.100 kWh/Jahr									
Wärmebedarf für Warmwasser	ca.	1.875 kWh/Jahr									
Wärmebedarf gesamt	ca.	3.975 kWh/Jahr									
Leistungsbedarf Heizung	ca.	2 kW									
Leistungsbedarf Warmwasser	ca.	15 kW									
Zu installierende Leistung	ca.	15 kW									
Anlagenkonfiguration											
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben						CO ₂ -Emissionen			
		Strombedarf	Brennstoffbedarf	Kapitalkosten	Wartungskosten	Stromkosten	Brennstoffkosten	Summe			
Erdgaskessel	ca.	14.000 €	4.000 kWh/Jahr	3.890 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	340 €/Jahr	2.420 € / Jahr	3.170 kg/Jahr	
Heizkessel	ca.	14.500 €	4.000 kWh/Jahr	390 l/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	270 €/Jahr	2.430 € / Jahr	3.440 kg/Jahr	
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca.	16.500 €	4.000 kWh/Jahr	900 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	210 €/Jahr	2.770 € / Jahr	2.304 kg/Jahr	
Elektrische Erdwärmepumpe	ca.	19.360 €	6.375 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.710 €/Jahr		2.830 € / Jahr	3.670 kg/Jahr	
Luftwärmepumpe	ca.	17.500 €	6.475 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.740 €/Jahr		2.860 € / Jahr	3.730 kg/Jahr	
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	2.740 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	260 €/Jahr	2.640 € / Jahr	2.910 kg/Jahr	
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.500 €	4.000 kWh/Jahr	280 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	190 €/Jahr	2.650 € / Jahr	3.110 kg/Jahr	
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung (4.000 € Förderung)	ca.	19.000 €	4.000 kWh/Jahr	640 kg/Jahr	1.110 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	150 €/Jahr	2.910 € / Jahr	2.304 kg/Jahr	
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	24.960 €	5.373 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.480 €/Jahr		2.990 € / Jahr	3.090 kg/Jahr	
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	21.800 €	5.506 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.510 €/Jahr		2.940 € / Jahr	3.170 kg/Jahr	
Mikro BHKW	ca.	20.000 €	3.681 kWh/Jahr	4.792 kWh/Jahr	2.077 €/Jahr	300 €/Jahr	1.010 €/Jahr	370 €/Jahr	3.620 € / Jahr	3.090 kg/Jahr	

Doppelhaushälfte EnEV Standard										
Grundlagen										
Fläche	ca. 100 m²									
allgemeiner Strombedarf	ca. 4.000 kWh/Jahr									
Heizwärmebedarf	ca. 5.000 kWh/Jahr									
Wärmebedarf für Warmwasser	ca. 1.250 kWh/Jahr									
Wärmebedarf gesamt	ca. 6.250 kWh/Jahr									
Leistungsbedarf Heizung	ca. 4 kW									
Leistungsbedarf Warmwasser	ca. 15 kW									
Zu installierende Leistung	ca. 15 kW									
Anlagenkonfiguration										
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben					CO ₂ -Emissionen			
		Strombedarf	Brennstoffbedarf	Kapitalkosten	Wartungskosten	Stromkosten	Brennstoffkosten	Summe		
Erdgaskessel	ca.	Gemäß EEWärmeG nicht möglich!								
Heizkessel	ca.	Gemäß EEWärmeG nicht möglich!								
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca.	16.500 €	4.000 kWh/Jahr	1.420 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	330 €/Jahr	2.890 €/Jahr	2.304 kg/Jahr
Elektrische Erdwärmepumpe	ca.	19.360 €	6.440 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.730 €/Jahr		2.850 €/Jahr	3.710 kg/Jahr
Luftwärmepumpe	ca.	17.500 €	6.679 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.790 €/Jahr		2.910 €/Jahr	3.850 kg/Jahr
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	4.966 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	410 €/Jahr	2.790 €/Jahr	3.410 kg/Jahr
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.500 €	4.000 kWh/Jahr	500 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	340 €/Jahr	2.800 €/Jahr	3.760 kg/Jahr
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	1.150 kg/Jahr	1.050 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	270 €/Jahr	2.970 €/Jahr	2.304 kg/Jahr
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	24.960 €	5.289 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.460 €/Jahr		2.970 €/Jahr	3.050 kg/Jahr
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	21.800 €	5.531 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.510 €/Jahr		2.940 €/Jahr	3.190 kg/Jahr
Mikro BHKW	ca.	20.000 €	3.499 kWh/Jahr	7.535 kWh/Jahr	2.080 €/Jahr	300 €/Jahr	970 €/Jahr	530 €/Jahr	3.760 €/Jahr	3.540 kg/Jahr

Doppelhaushälfte KfW-70											
Grundlagen											
Fläche	ca. 100 kWh/Jahr										
allgemeiner Strombedarf	ca. 4.000 kWh/Jahr										
Heizwärmebedarf	ca. 4.100 kWh/Jahr										
Wärmebedarf für Warmwasser	ca. 1.250 kWh/Jahr										
Wärmebedarf gesamt	ca. 5.350 kWh/Jahr										
Leistungsbedarf Heizung	ca. 3 kW										
Leistungsbedarf Warmwasser	ca. 15 kW										
Zu installierende Leistung	ca. 15 kW										
Anlagenkonfiguration											
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben						Summe	CO ₂ -Emissionen		
		Strombedarf	Brennstoffbedarf	Kapitalkosten	Wartungskosten	Stromkosten	Brennstoffkosten				
1 Erdgaskessel je Doppelhaushälfte	ca. 14.000 €	4.000 kWh/Jahr	5.230 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	420 €/Jahr	2.500 €/Jahr	3.470 kg/Jahr		
1 Erdgaskessel für 2 Doppelhaushälften	ca. 9.250 €	4.000 kWh/Jahr	5.230 kWh/Jahr	500 €/Jahr	125 €/Jahr	1.100 €/Jahr	390 €/Jahr	2.115 €/Jahr	3.470 kg/Jahr		
Heizkessel	ca. 14.500 €	4.000 kWh/Jahr	530 l/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	359 €/Jahr	2.519 €/Jahr	3.834 kg/Jahr		
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca. 16.500 €	4.000 kWh/Jahr	1.210 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	290 €/Jahr	2.850 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe	ca. 19.360 €	6.226 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.680 €/Jahr		2.800 €/Jahr	3.590 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe	ca. 17.500 €	6.421 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.720 €/Jahr		2.840 €/Jahr	3.700 kg/Jahr		
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.000 €	4.000 kWh/Jahr	4.090 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	350 €/Jahr	2.730 €/Jahr	3.210 kg/Jahr		
Ölbrennwertheimer mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.500 €	4.000 kWh/Jahr	410 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	280 €/Jahr	2.740 €/Jahr	3.500 kg/Jahr		
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.000 €	4.000 kWh/Jahr	950 kg/Jahr	1.050 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	223 €/Jahr	2.923 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 24.960 €	5.075 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.410 €/Jahr		2.920 €/Jahr	2.920 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 21.800 €	5.274 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.450 €/Jahr		2.880 €/Jahr	3.040 kg/Jahr		
Mikro BHKW	ca. 20.000 €	3.571 kWh/Jahr	6.450 kWh/Jahr	2.080 €/Jahr	300 €/Jahr	980 €/Jahr	470 €/Jahr	3.710 €/Jahr	3.360 kg/Jahr		

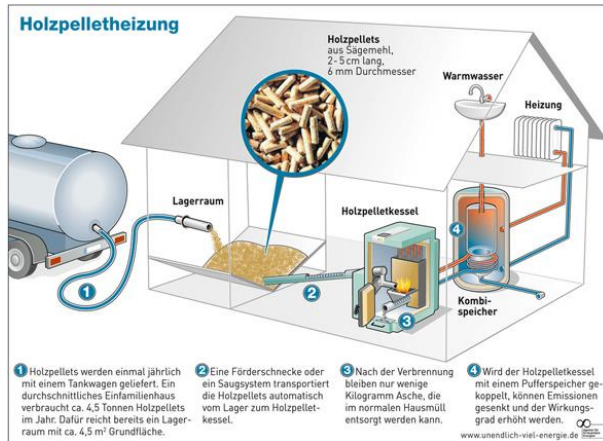
Doppelhaushälfte KfW-55											
Grundlagen											
Fläche	ca. 100 m ²										
allgemeiner Strombedarf	ca. 4.000 kWh/Jahr										
Heizwärmebedarf	ca. 3.100 kWh/Jahr										
Wärmebedarf für Warmwasser	ca. 1.250 kWh/Jahr										
Wärmebedarf gesamt	ca. 4.350 kWh/Jahr										
Leistungsbedarf Heizung	ca. 2 kW										
Leistungsbedarf Warmwasser	ca. 15 kW										
Zu installierende Leistung	ca. 15 kW										
Anlagenkonfiguration											
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben						CO ₂ -Emissionen			
		Strombedarf	Brennstoff- bedarf	Kapitalkosten	Wartungs- kosten	Strom- kosten	Brennstoff- kosten				
1. Erdgaskessel je Doppelhaushälfte	ca. 14.000 €	4.000 kWh/Jahr	4.250 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	360 €/Jahr	2.440 €/Jahr	3.250 kg/Jahr		
1. Erdgaskessel für 2 Doppelhaushälften	ca. 9.250 €	4.000 kWh/Jahr	4.250 kWh/Jahr	500 €/Jahr	125 €/Jahr	1.100 €/Jahr	322 €/Jahr	2.047 €/Jahr	3.250 kg/Jahr		
Heizkessel	ca. 14.500 €	4.000 kWh/Jahr	430 kg/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	290 €/Jahr	2.450 €/Jahr	3.550 kg/Jahr		
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca. 16.500 €	4.000 kWh/Jahr	990 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	230 €/Jahr	2.790 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe	ca. 19.360 €	5.988 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.620 €/Jahr		2.740 €/Jahr	3.450 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe	ca. 17.500 €	6.136 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.660 €/Jahr		2.780 €/Jahr	3.534 kg/Jahr		
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.000 €	4.000 kWh/Jahr	3.110 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	280 €/Jahr	2.660 €/Jahr	2.990 kg/Jahr		
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.500 €	4.000 kWh/Jahr	310 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	210 €/Jahr	2.670 €/Jahr	3.210 kg/Jahr		
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 18.000 €	4.000 kWh/Jahr	720 kg/Jahr	1.050 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	170 €/Jahr	2.870 €/Jahr	2.304 kg/Jahr		
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 24.960 €	4.837 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.350 €/Jahr		2.860 €/Jahr	2.790 kg/Jahr		
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca. 21.800 €	4.989 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.380 €/Jahr		2.810 €/Jahr	2.870 kg/Jahr		
Mikro BHKW	ca. 20.000 €	3.651 kWh/Jahr	5.244 kWh/Jahr	2.080 €/Jahr	300 €/Jahr	1.010 €/Jahr	390 €/Jahr	3.640 €/Jahr	3.160 kg/Jahr		

Doppelhaushälfte KfW-40											
Grundlagen											
Fläche	ca.	100 m²									
allgemeiner Strombedarf	ca.	4.000 kWh/Jahr									
Heizwärmebedarf	ca.	2.200 kWh/Jahr									
Wärmebedarf für Warmwasser	ca.	1.250 kWh/Jahr									
Wärmebedarf gesamt	ca.	3.450 kWh/Jahr									
Leistungsbedarf Heizung	ca.	2 kW									
Leistungsbedarf Warmwasser	ca.	15 kW									
Zu installierende Leistung	ca.	15 kW									
Anlagenkonfiguration											
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben						Stromkosten	Brennstoffkosten	Summe	CO₂-Emissionen
		Strombedarf	Brennstoffbedarf	Kapitalkosten	Wartungskosten	Stromkosten	Brennstoffkosten				
1 1 Erdgaskessel je Doppelhaushälfte	ca.	14.000 €	4.000 kWh/Jahr	3.370 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	301 €/Jahr	2.381 €/Jahr	3.050 kg/Jahr	
1 1 Erdgaskessel für 2 Doppelhaushälften	ca.	9.250 €	4.000 kWh/Jahr	3.370 kWh/Jahr	500 €/Jahr	125 €/Jahr	1.100 €/Jahr	263 €/Jahr	1.988 €/Jahr	3.050 kg/Jahr	
Heizkessel	ca.	14.500 €	4.000 kWh/Jahr	340 kg/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	230 €/Jahr	2.390 €/Jahr	3.290 kg/Jahr	
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca.	16.500 €	4.000 kWh/Jahr	780 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	180 €/Jahr	2.740 €/Jahr	2.304 kg/Jahr	
Elektrische Erdwärmepumpe	ca.	19.360 €	5.774 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.570 €/Jahr		2.690 €/Jahr	3.330 kg/Jahr	
Luftwärmepumpe	ca.	17.500 €	5.879 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.600 €/Jahr		2.720 €/Jahr	3.390 kg/Jahr	
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	2.230 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	220 €/Jahr	2.600 €/Jahr	2.800 kg/Jahr	
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.500 €	4.000 kWh/Jahr	220 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	153 €/Jahr	2.613 €/Jahr	2.960 kg/Jahr	
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	520 kg/Jahr	1.050 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	120 €/Jahr	2.820 €/Jahr	2.304 kg/Jahr	
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	24.960 €	4.623 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.300 €/Jahr		2.810 €/Jahr	2.660 kg/Jahr	
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	21.800 €	4.731 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.320 €/Jahr		2.750 €/Jahr	2.730 kg/Jahr	
Mikro BHKW	ca.	20.000 €	3.723 kWh/Jahr	4.159 kWh/Jahr	2.080 €/Jahr	300 €/Jahr	1.020 €/Jahr	330 €/Jahr	3.590 €/Jahr	2.980 kg/Jahr	

Doppelhaushälfte Passivbauweise										
Grundlagen										
Fläche	ca.	100 m²								
allgemeiner Strombedarf	ca.	4.000 kWh/Jahr								
Heizwärmebedarf	ca.	1.400 kWh/Jahr								
Wärmebedarf für Warmwasser	ca.	1.250 kWh/Jahr								
Wärmebedarf gesamt	ca.	2.650 kWh/Jahr								
Leistungsbedarf Heizung	ca.	1 kW								
Leistungsbedarf Warmwasser	ca.	15 kW								
Zu installierende Leistung	ca.	15 kW								
Anlagenkonfiguration										
Technologie	Investitionen inkl. Förderung	Jährliche Ausgaben					CO ₂ -Emissionen			
		Strombedarf	Brennstoffbedarf	Kapitalkosten	Wartungskosten	Stromkosten	Brennstoffkosten	Summe		
1 1 Erdgaskessel je Doppelhaushälfte	ca.	14.000 €	4.000 kWh/Jahr	2.590 kWh/Jahr	730 €/Jahr	250 €/Jahr	1.100 €/Jahr	250 €/Jahr	2.330 €/Jahr	2.880 kg/Jahr
1 1 Erdgaskessel für 2 Doppelhaushälften	ca.	9.250 €	4.000 kWh/Jahr	2.590 kWh/Jahr	500 €/Jahr	125 €/Jahr	1.100 €/Jahr	210 €/Jahr	1.935 €/Jahr	2.880 kg/Jahr
Heizkessel	ca.	14.500 €	4.000 kWh/Jahr	260 kg/Jahr	760 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	180 €/Jahr	2.340 €/Jahr	3.060 kg/Jahr
Pelletheizung (3.500 € Förderung)	ca.	16.500 €	4.000 kWh/Jahr	600 kg/Jahr	960 €/Jahr	500 €/Jahr	1.100 €/Jahr	140 €/Jahr	2.700 €/Jahr	2.304 kg/Jahr
Elektrische Erdwärmepumpe	ca.	19.360 €	5.583 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.530 €/Jahr		2.650 €/Jahr	3.220 kg/Jahr
Luftwärmepumpe	ca.	17.500 €	5.650 kWh/Jahr		1.070 €/Jahr	50 €/Jahr	1.540 €/Jahr		2.660 €/Jahr	3.254 kg/Jahr
Erdgaskessel mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	1.450 kWh/Jahr	980 €/Jahr	300 €/Jahr	1.100 €/Jahr	170 €/Jahr	2.550 €/Jahr	2.630 kg/Jahr
Ölbrennwerttherme mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.500 €	4.000 kWh/Jahr	146 l/Jahr	1.010 €/Jahr	350 €/Jahr	1.100 €/Jahr	100 €/Jahr	2.560 €/Jahr	2.730 kg/Jahr
Pelletheizung mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	18.000 €	4.000 kWh/Jahr	340 kg/Jahr	1.050 €/Jahr	550 €/Jahr	1.100 €/Jahr	80 €/Jahr	2.780 €/Jahr	2.304 kg/Jahr
Elektrische Erdwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	24.960 €	4.432 kWh/Jahr		1.410 €/Jahr	100 €/Jahr	1.250 €/Jahr		2.760 €/Jahr	2.550 kg/Jahr
Luftwärmepumpe mit solarer Trinkwassererwärmung	ca.	21.800 €	4.731 kWh/Jahr		1.330 €/Jahr	100 €/Jahr	1.270 €/Jahr		2.700 €/Jahr	2.590 kg/Jahr
Mikro BHKW	ca.	20.000 €	3.788 kWh/Jahr	3.195 kWh/Jahr	2.080 €/Jahr	300 €/Jahr	1.040 €/Jahr	270 €/Jahr	3.540 €/Jahr	2.830 kg/Jahr

3.4 Eingesetzte Technologien

3.4.1 Pelletheizung



Holzpellets sind kleine zylindrische Presslinge, die aus getrockneten, naturbelassenen Holzspänen hergestellt werden. Die Späne sind meist Abfall aus Sägewerken und werden dadurch recycelt. Um einen hohen Heizwert zu erreichen, werden die Späne vor der Weiterverarbeitung bis zu einem Wassergehalt von ca. 10% getrocknet. Die Pellets werden unter hohem Druck und ohne Zugabe von künstlichen Bindemitteln in die gewünschte Form gepresst.

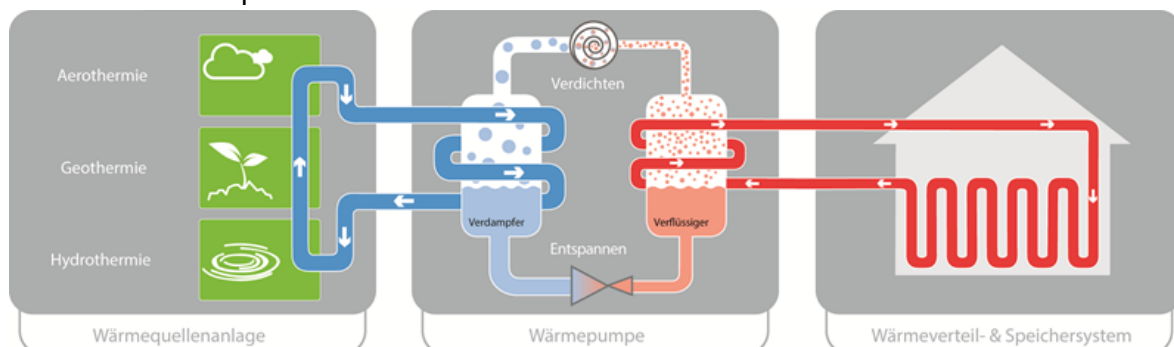
Abbildung 3.1: Aufbau einer Pelletheizung

Pelletheizungen weisen einen ähnlichen Bedienungskomfort auf wie eine Öl- oder Gasheizung. Dabei werden die Pellets, z. B. in einem Raum gelagert, der direkt an den Heizungsraum angrenzt. Eine andere Möglichkeit der Lagerung bieten Silos oder Lagercontainer. Das Brenngut wird mit Hilfe einer Förderschnecke oder einer Ansaugung aus dem Lager zu dem Kessel geführt. Durch eine Regelung des Kessels wird dem Feuer immer ausreichend Brennstoff zugeführt. Wenn der Wärmebedarf gedeckt ist, schaltet sich der Kessel automatisch ab und bei Bedarf wieder ein.

3.4.2 Wärmepumpe

Eine Wärmepumpen-Heizungsanlage besteht aus drei Teilen:

- der Wärmequellenanlage, die der Umgebung der benötigte Energie entzieht,
- der eigentlichen Wärmepumpe, welche die gewonnene Umweltwärme nutzbar macht sowie
- dem Wärmeverteils- und Speichersystem, das die Wärmeenergie im Haus verteilt oder zwischenspeichert.



Quelle: <http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion.html>

Abbildung 3.2: Funktion einer Wärmepumpe

Der technische Prozess läuft dabei in drei Schritten ab:

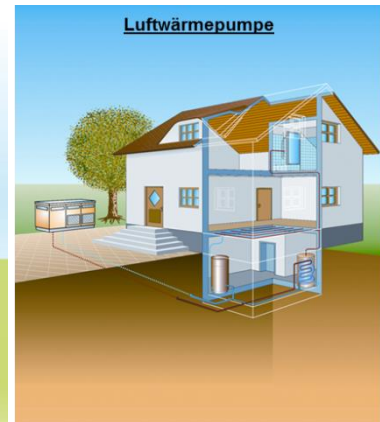
1. Gewinnung

Bei der Erdwärmepumpe zirkuliert in der Wärmequellanlage eine Flüssigkeit, häufig eine Sole, d.h. Wasser, das mit Frostschutzmittel versetzt ist. Die Flüssigkeit nimmt die Umweltwärme aus dem Erdreich auf und transportiert diese zur Wärmepumpe.

Bei der Luftwärmepumpe wird über einen Ventilator Außenluft angesaugt, welche der Wärmepumpe die Umgebungswärme zuführt.



Quelle: www.erdwaermepumpe.de



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

Abbildung 3.3: Verschiedene Wärmequellen von Wärmepumpen

2. Nutzbarmachung

In der Wärmepumpe befindet sich ein weiterer Kreislauf, in dem ein so genanntes Kältemittel zirkuliert. In einem Wärmetauscher, dem Verdampfer, wird die Umweltenergie von dem ersten Kreislauf auf das Kältemittel übertragen, das dadurch verdampft. Bei Luftwärmepumpen erhitzt die Außenluft das Kältemittel.

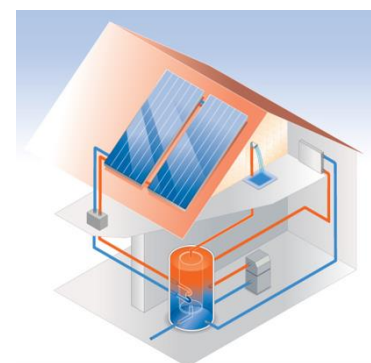
Der Kältemitteldampf wird nun zu einem Verdichter/Kompressor weitergeleitet, wo er unter Einsatz von elektrischer Energie verdichtet wird. Dadurch hebt sich das Temperaturniveau des gasförmigen Kältemittels an, es wird also heißer. In einem weiteren Wärmetauscher, dem so genannten Verflüssiger, wird das unter hohem Druck stehende, heiße Kältemittelgas nun kondensiert, wobei es seine Wärme wieder abgibt. Anschließend wird das verflüssigte Kältemittel zu einer Drossel, in der der Druck des Kältemittels wieder verringert wird, geleitet. Das nun flüssige, entspannte Kältemittel wird schließlich zum Verdampfer zurückgeführt.

3. Beheizung

In dem zu beheizenden Gebäude befindet sich nun das Wärmeverteilsystem. Darin zirkuliert als Heizmedium, in der Regel Wasser. Dieses Wasser nimmt die Wärme, die das Kältemittel im Verflüssiger abgibt, auf und leitet dieses entweder zu einem Verteilersystem, wie z. B. Flächenheizungen, oder zu einem Heizungspuffer- bzw. Warmwasserspeicher.²

3.4.3 Solarthermie zur Trinkwassererwärmung

Bei einer Solarthermieranlage werden auf dem Dach des Hauses sogenannte Solarpanels errichtet, welche von Wasser durchströmt werden. Das zirkulierende Wasser wird von der Sonne erwärmt und gibt die Wärme wiederum an das



Quelle: <http://www.solaranlagen-portal.com/solar/solarenergie/warmwasser>

Abbildung 3.4: Funktion Solarthermie

² www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion.html

Trinkwarmwasser ab. Eine ausreichend große thermische Solaranlage kann in den Sommermonaten den Bedarf an Warmwasser in den meisten Fällen komplett decken.

Da der Warmwasserbedarf in den Übergangs- und Wintermonaten höher ist und die Anlage bedingt durch die geringere Sonneneinstrahlung auch weniger Ertrag erwirtschaftet, kann die Solaranlage nicht in ausreichendem Maße Warmwasser bereitstellen. Für diese Übergangszeiten empfiehlt sich die Kombination einer Solaranlage für Warmwasser mit einer Gasheizung, Pelletheizung oder Wärmepumpe. Erst wenn der Bedarf an Brauchwasser nicht mehr durch Solar gedeckt werden kann, springt die andere Technik ein.

Die Heizwärmeerzeugung erfolgt je nach installierter Technologie ausschließlich über Gasheizung, Pelletheizung oder Wärmepumpe.

3.4.4 Blockheizkraftwerk

Die Besonderheit eines BHKWs liegt in der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme. Hierfür wird Gas verbrannt, wodurch ein Motor (bei kleinen BHKWs zumeist ein Stirling-Motor) angetrieben wird. Dieser ist an einen Generator angeschlossen, welcher die Bewegungsenergie des Motors in Strom umwandelt. Die bei der Verbrennung entstandene Wärme und die Abwärme des Motors werden zur Warmwasserbereitung (Heizwasser und Trinkwarmwasser) genutzt. Dabei wird die Wärme mittels Wärmetauschern auf das zu erwärmende Wasser übertragen. Durch die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme können Wirkungsgrade von mehr als 90% erreicht werden.

BHKWs werden meist zur Grundlastdeckung von Strom und Wärme eingesetzt. Um die Spitzenlast abzudecken, werden zusätzlich Gaskessel installiert.

4 Wirtschaftlichkeitsberechnung Photovoltaik

Auf Basis der zuvor ermittelten Solarerträge sind für die unterschiedlichen Verschattungsgrade Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf Basis einer Vollkostenrechnung durchgeführt worden.

Wirtschaftlichkeit Photovoltaik				
Installierte Leistung		4	kWp	
Stromverbrauch		4.000	kWh/a	
Spezifische Investitionen		1.750	€/kWp	
Gesamt Invest		7.000	€	
Jährliche Kapitalkosten		428	€/a	
Jährliche Fixkosten		60	€/a	
Solarer Ertrag				
Verschattungsgrad	Gesamtertrag	Eigennutzung	Einspeisung	
0%	3.436 kWh	856 kWh	2.580 kWh	
5%	3.264 kWh	813 kWh	2.451 kWh	
10%	3.092 kWh	770 kWh	2.322 kWh	
15%	2.921 kWh	728 kWh	2.193 kWh	
20%	2.749 kWh	685 kWh	2.064 kWh	
25%	2.577 kWh	642 kWh	1.935 kWh	
Einspeisevergütung gem. EEG 2014				
"Gebäudeanlagen" bis 10 kWp		12,40	ct/kWh	
Verdrängung Strombezug		25,95	ct/kWh	
Jährlicher Überschuss				
Verschattungsgrad	Fixkosten	Stromverdrängung	EEG-Vergütung	Überschuss pro Jahr
0%	488 €	222 €	320 €	54 €
5%	488 €	211 €	304 €	27 €
10%	488 €	200 €	288 €	- 0 €
15%	488 €	189 €	272 €	- 27 €
20%	488 €	178 €	256 €	- 54 €
25%	488 €	167 €	240 €	- 82 €

Die Tabelle zeigt, dass ab einem Verschattungsgrad von 10% kein jährlicher Überschuss mehr generiert werden kann. Bei einer Anlage mit einem Verschattungsgrad von etwa 0% kann nur ein kleiner Gewinn von jährlich 54 €/Jahr (brutto) erzielt werden. Bei einer angenommenen Laufzeit von 20 Jahren entspricht dieses einer Einsparung von ca. 1.100 € nach Abzug der Kapitalkosten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Stromkosten weiter ansteigen, was die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage erhöhen würde. Bei einer jährlichen Strompreissteigerung von konservativen 3%/Jahr kostet der Strom 2025 bereits ca. 34,87 ct/kWh. Hier beträgt die jährliche Einsparung dann schon 60% mehr. Positiv zu bewerten ist zudem die durch eine Errichtung einer PV-Anlage zu erzielende Verringerung der CO₂-Emissionen. Diese beträgt ja nach Verschattungsgrad 1.500 bis 2.000 kg/Jahr.

5 Handlungsempfehlung

Aus wirtschaftlicher Sicht das Ergebnis, dass bei Neubauten mit hohem energetischem Standard auf Grund des geringen Verbrauchs die Technologie am wirtschaftlichsten ist, welche die geringsten Investitionen aufweist. Mit den Einsparungen über den Brennstoffpreis, wie z.B. bei Pelletheizungen, oder durch die Substitution durch solare Nutzung können die erhöhten Investitionen nicht refinanziert werden.

Somit ist die klassische Erdgasheizung mit den geringsten Investitionen auch bei einer Vollkostenbetrachtung (inkl. Investitionen & Wartung) die wirtschaftlichste Lösung. Unter Berücksichtigung der aktuellen Gesetzgebung darf diese jedoch nur alleine genutzt werden, wenn die Gebäudehülle mindestens 15% besser ist, als es die EnEV vorschreibt. Bei Gebäuden mit mindestens KfW 70-Standard ist dieses Kriterium zumeist erfüllt.

Die Betrachtung der CO₂-Bilanzen der jeweiligen Wärmeerzeugungstechnologien zeigt ein anderes Bild. Eine reine Kessellösung auf Erdgasbasis landet hier nur im Mittelfeld. Vor allem die Pelletheizung kann hier mit „Null-Emissionen“ glänzen. Die reinen Wärmepumpenlösungen als Erd- oder Luftwärmepumpe schneiden auf Grund des Energieträgers Strom am schlechtesten ab, wobei die Emissionen des Mikro-BHKW mit den Wärmepumpen vergleichbar sind. Als Kombilösung können sowohl die Wärmepumpen, als auch der Erdgaskessel zusammen mit einer solaren Warmwasserbereitung neben der Pelletheizung am besten abschneiden.

Mit Blick sowohl auf die wirtschaftliche, als auch auf die ökologische Bilanz stellt sich die Lösung mit einem Erdgaskessel plus solarer Warmwasserbereitung mit „Mehrkosten“ in Höhe von ca. 200 € pro Jahr und einer CO₂-Ersparnis von ca. 10% gegenüber der reinen Kessellösung als Favorit heraus.

Bei den Grundstücken, wo eine optimale solare Nutzung auf Grund der Verschattung nicht möglich ist, muss mit einer Ertragsminderung der Solaranlage von bis zu 25% gerechnet werden. Hier ist der zusätzliche finanzielle Aufwand für eine Solarthermieanlage von ca. 4.000 € (brutto) auch aus ökologischer Sicht nicht mehr vertretbar. Kritisch in Bezug auf eine Solarwärmeanwendung sind die Grundstücke 16, 17, 18 und 19, somit kann hier keine Empfehlung für diese Technologie ausgesprochen werden.

Die Ausrichtung des Gebäudes hat bei der Entscheidung für oder gegen die Errichtung einer PV-Anlage einen erheblichen Einfluss, da sich diese auf die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage auswirkt. Daher ist in jedem Fall eine Süd-Ausrichtung zu empfehlen. Ein weiterer wesentlicher Einflussfaktor ist der Verschattungsgrad. Unter den getroffenen Annahmen kann nur bei einer Verschattung bis maximal 10% ein geringer Überschuss generiert werden. Dies ist bei den Grundstücken 7, 8, 9, 10, 11, 20, 21, 22 und 23 der Fall. Bei einer PV-Anlage ohne Verschattung beläuft sich der jährliche Überschuss, bei einem konstanten Strompreis, über 20 Jahre auf ca. 1.100 € (brutto). Dieser Überschuss erhöht sich bei zu erwartenden steigenden Stromkosten deutlich. Die CO₂-Emissionen können durch die Errichtung einer PV-Anlage je nach Verschattungsgrad um ca. 1.500 bis 2.000 kg/Jahr verringert werden.