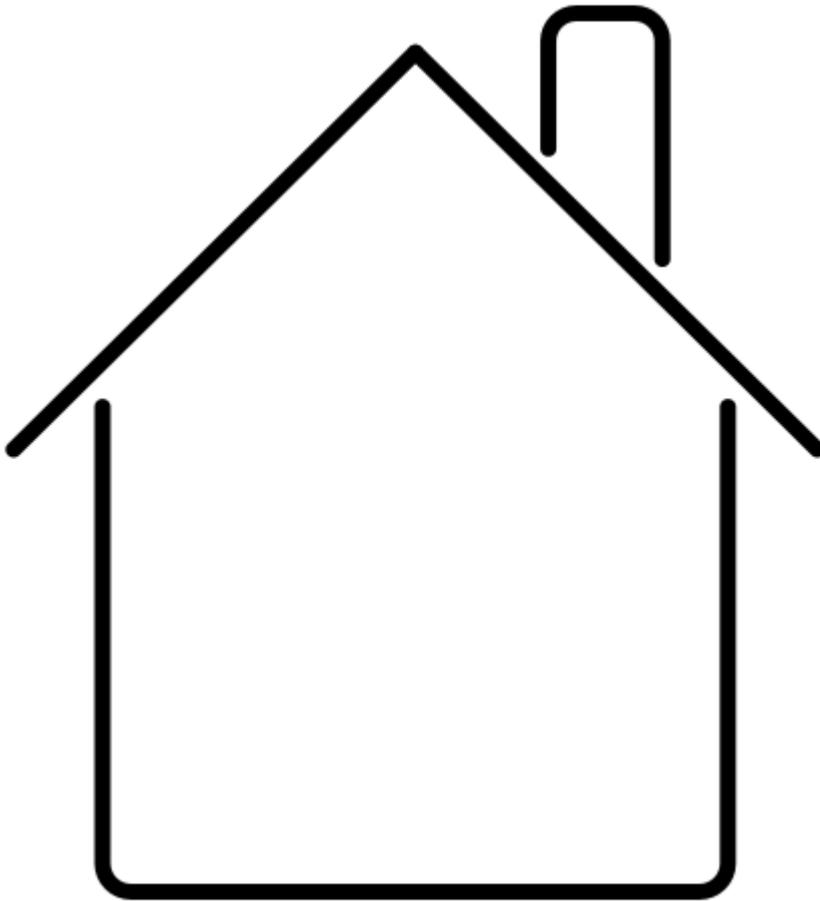


# Migrol Energie-Checkup «Intensiv»

## Beispiel Einfamilienhaus



Bereich: Fachstelle Energie  
Autor: Clemens Bohnenblust  
Datum der Begehung: XX.YY:ZZZZ  
Berichtnummer: 123456  
Version:1.0

## Inhaltsverzeichnis

1	Situation .....	3
2	Ausgangslage.....	4
2.1	Basisdaten.....	4
2.2	Gebäudehülle und Energieeffizienz .....	4
2.3	Energiebedarf und Wärmesystem.....	4
2.4	Beurteilung der Behaglichkeit .....	5
3	Empfehlungen .....	6
3.1	Massnahme Gebäudehülle und Energieeffizienz .....	6
3.2	Potentialanalyse und Variantenübersicht .....	6
3.3	Varianten Energieträger, Wärmesystem und Eigenenergieproduktion .....	7
3.3.1	Variante 1.....	7
3.3.2	Variante 2.....	7
3.3.3	Variante 3.....	7
3.3.4	Variante 4.....	8
3.4	Variantenvergleich .....	8
3.5	Nutzwertanalyse .....	10
3.6	Bewertung der Nutzwertanalyse .....	11
4	Fazit und Bemerkungen.....	11
5	Links.....	12
6	Abkürzungen .....	12
7	Glossar .....	13

## 1 Situation

Adresse und Tel. Nummer:

Max Muster

Musterstrasse 1

8048 Zürich



## 2 Ausgangslage

### 2.1 Basisdaten

Eigentümer: Max Muster  
 Baujahr: 1956  
 Erneuerungsjahr: 1977  
 Gebäudekategorie:  Wohnen EFH  Wohnen MFH  Andere: .....  
 Energiebezugsfläche [m<sup>2</sup>]: 288

### 2.2 Gebäudehülle und Energieeffizienz

Dach: ungedämmt -> U-Wert 4 W/m<sup>2</sup>\*K  
 Aussenwände: Doppelschalenmauerwerk -> U-Wert 1 W/m<sup>2</sup>\*K  
 Fenster: 2008 -> U-Wert 1.5 W/m<sup>2</sup>\*K  
 Estrichboden: Zum Teil gedämmt -> U-Wert 0.5 W/m<sup>2</sup>\*K  
 Kellerdecke: Zum Teil gedämmt -> U-Wert 0.5 W/m<sup>2</sup>\*K  
 Technische Dämmungen: vorhanden

### 2.3 Energiebedarf und Wärmesystem

Energieträger und Energiebedarf.  
 Durchschnittlicher Bedarf der letzten 3 Jahre:

	Endenergiebedarf	Menge	Einheit	Energieinhalt	Jahresnutzungsgrad	Nutzenergie für Heizung und Warmwasser [kWh/Jahr]
<input checked="" type="checkbox"/>	Heizöl	4'000	l/Jahr	10.6 kWh/l	0.85	36'000
<input type="checkbox"/>	Erdgas		m <sup>3</sup> /Jahr	11.3 kWh/m <sup>3</sup>	0.85	
<input type="checkbox"/>	Pellets		kg/Jahr	4.8 kWh/kg	0.8	
<input type="checkbox"/>	Holzschnitzel		m <sup>3</sup> /Jahr	1'000 kWh/m <sup>3</sup>	0.7	
<input type="checkbox"/>	Stückholz		Ster/Jahr	1'600 kWh/Ster	0.7	
<input type="checkbox"/>	Fernwärme		kWh/Jahr	1	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	Elektro		kWh/Jahr	1	1	3'000
<input type="checkbox"/>	Wärmepumpe		kWh/Jahr	1	JAZ	

Bemerkung:

Wärmeerzeugung:

	Typ/Fabrikat	Leistung [kW]	Inbetriebnahme [Jahr]	Bemerkungen
<input checked="" type="checkbox"/>	Öl-Kessel Glöckner	27	1989	
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				

Energiespeicher:

	Art	Grösse [l]	Letzte Wartung [Jahr]	Bemerkungen
<input checked="" type="checkbox"/>	Öl-Tank	10'000	2015	
<input checked="" type="checkbox"/>	Boiler	300 l	2015	
<input type="checkbox"/>				

Wärmeabgabe:

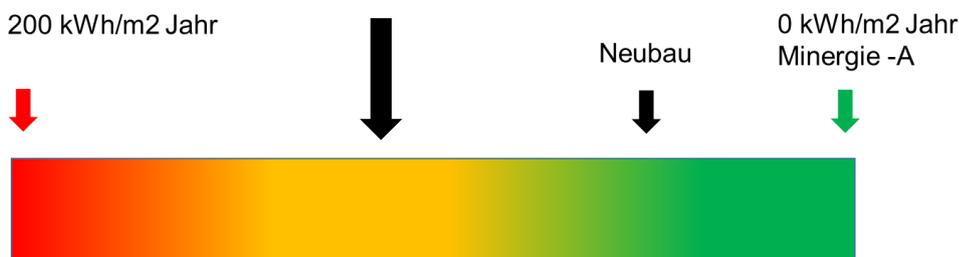
	System	Regelung	Vorlauftemperatur*	Bemerkungen
<input type="checkbox"/>	Bodenheizung	<input type="checkbox"/> Einzelraumregulierung		
<input checked="" type="checkbox"/>	Radiatoren	<input checked="" type="checkbox"/> Thermostatventil	55	
<input type="checkbox"/>	Wand/Deckenheizung			
<input type="checkbox"/>	TABS			
<input type="checkbox"/>				

\*bei Aussentemperatur -8 °C

Bestimmung spezifische Kennwerte:

Basisdaten		Energiekennzahl [kWh/m <sup>2</sup> ]	Volllast stunden [h]	Spezifische Leistung [W/m <sup>2</sup> ]	
Energiebezugsfläche[m <sup>2</sup> ]	288	125	1'333	93	
Energie [kWh]	36'000				
Leistung [kW]	27				

Bewertung der Energiekennzahl:



## 2.4 Beurteilung der Behaglichkeit

	Behaglichkeit	Beurteilung	Bemerkungen
<input checked="" type="checkbox"/>	Thermischer Komfort	<input checked="" type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> schlecht	
<input checked="" type="checkbox"/>	Zugluft	<input checked="" type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> schlecht	
<input type="checkbox"/>			

### 3 Empfehlungen

Die nachfolgenden Empfehlungen umfassen die Gebäudehülle, die Wärmeerzeugung und die Eigenenergieproduktion. Alle Massnahmen haben das Ziel, den Energieverbrauch zu reduzieren. Oft resultiert als Zusatznutzen eine Verbesserung der Behaglichkeit. Die angegebenen Werte sind lediglich als Richtgrössen zu betrachten. Sie basieren nicht auf einer Berechnung gemäss Schweizerischem Ingenieur- und Architektenverein.

#### 3.1 Massnahme Gebäudehülle und Energieeffizienz

- Dach: Keine
- Aussenwände: Keine
- Fenster: Keine
- Estrichboden: Dämmen mit 150 mm Steinwolle-> U-Wert 0.2 W/m<sup>2</sup>\*K
- Kellerdecke: Dämmen mit 120 mm Steinwolle -> U-Wert 0.2 W/m<sup>2</sup>\*K
- Technische Dämmungen: Keine

#### 3.2 Potentialanalyse und Variantenübersicht

Die folgende Tabelle gibt an, welche Technologien am objektspezifischen Standort angewendet werden können. In den Varianten 1-4 wird mit dem Auftraggeber bestimmt, für welche Systeme die Wirtschaftlichkeit und die Ökologie detailliert untersucht wird.

System	möglich	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Fernwärme	<input type="checkbox"/>				
Pellets	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holzschnitzel	<input type="checkbox"/>				
Stückholz	<input type="checkbox"/>				
Heizöl	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Erdgas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luft-Wasser-Wärmepumpe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sole-Wasser Wärmepumpe	<input type="checkbox"/>				
Wasser-Wasser Wärmepumpe					
Wärmepumpenboiler	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Registerboiler	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Solarspeicher	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thermischer Kollektor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hybridkollektor	<input type="checkbox"/>				
Photovoltaikanlage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Freecooling	<input type="checkbox"/>				
Kältemaschine	<input type="checkbox"/>				

### 3.3 Varianten Energieträger, Wärmesystem und Eigenenergieproduktion

#### Basisinformationen

Leistung und Energie	Werte
Wärmeleistung angepasst in [kW]	15
Wärmebedarf Heizung [kWh/Jahr]	26'500
Wärmebedarf Warmwasser [kWh/Jahr]	6'000
Raumkühlung [kWh/Jahr]	0
Elektrizitätsverbrauch [kWh/Jahr] HT	1'630
Elektrizitätsverbrauch [kWh/Jahr] NT	3'230
Summe	4'860

#### 3.3.1 Variante 1

Beschreibung: Luft/Wasser WP; PV

Investitionskosten:

WP: CHF 35'000.–

Registerboiler: CHF 6'000.–

PV (20m<sup>2</sup>): CHF 12'000

Wartungskosten: CHF 950.–

Energiekosten: CHF 1'870.–

#### 3.3.2 Variante 2

Beschreibung: Pellets; thermische Solaranlage

Investitionskosten:

Pellets: CHF 35'000.–

Solarthermie (5m<sup>2</sup>): CHF 10'000.–

Solarspeicher: CHF 5'000.–

Wartungskosten: CHF 1'350

Energiekosten: CHF 3'210

#### 3.3.3 Variante 3

Beschreibung: Erdgas; PV

Investitionskosten:

Erdgas: CHF 24'000.–

PV (20m<sup>2</sup>) + WP Boiler: CHF 16'000.–

Wartungskosten: CHF 1'050.–

Energiekosten: CHF 3'920.–

### 3.3.4 Variante 4

Beschreibung: Heizöl; PV

Investitionskosten:

Oelkessel: CHF 18'000.–

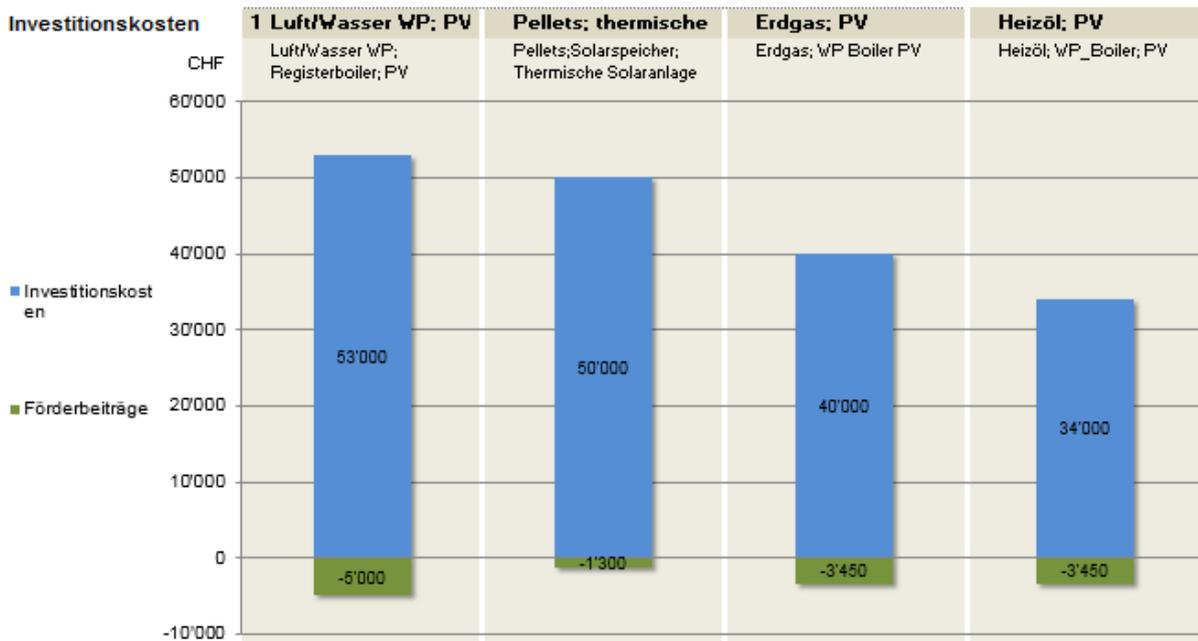
PV (20m<sup>2</sup>) + WP Boiler: CHF 16'000.–

Wartungskosten: CHF 1'150.–

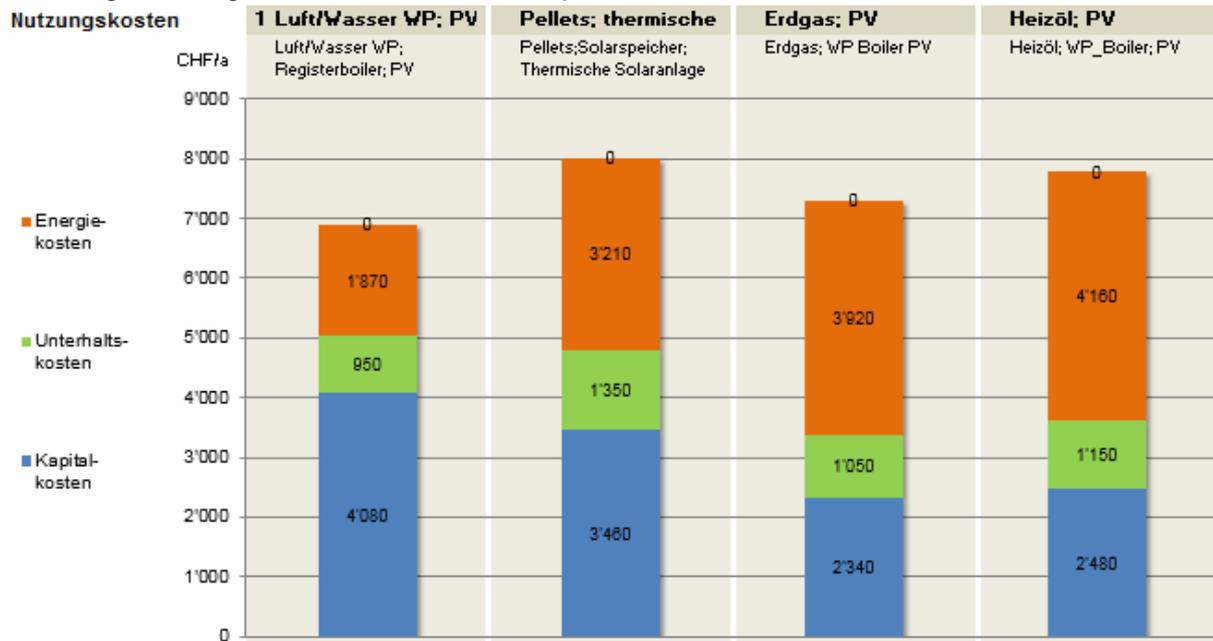
Energiekosten: CHF 4'160.–

### 3.4 Variantenvergleich

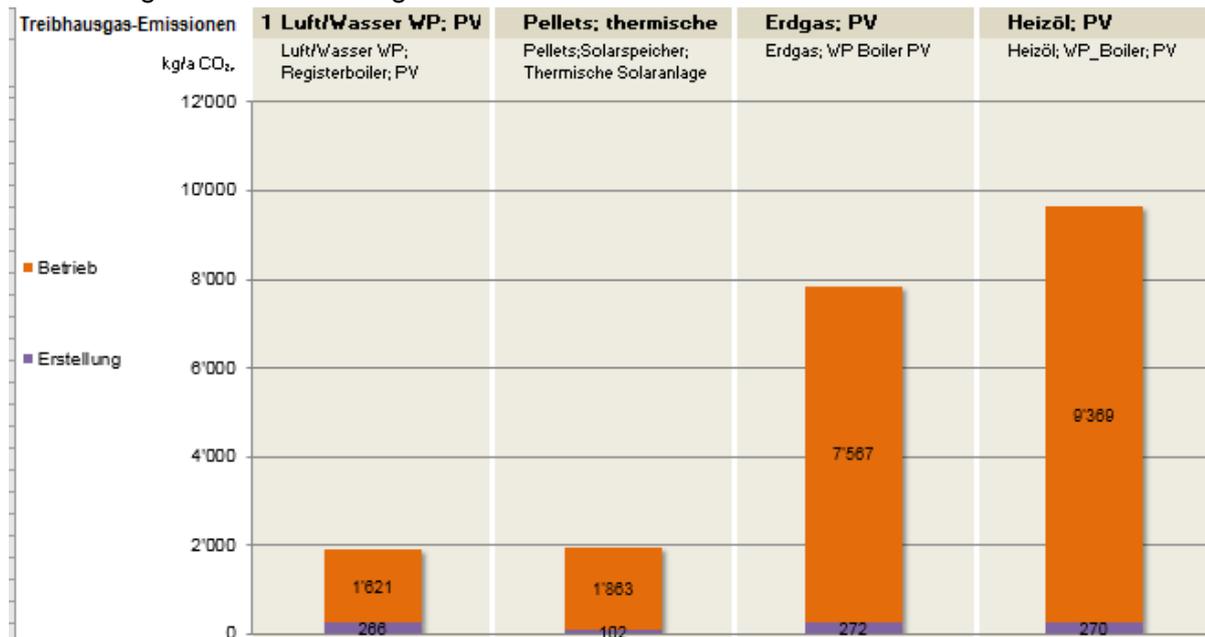
Investitionskosten:



### Wärmegestehungskosten in CHF/Jahr: Kapitalzinssatz 2.5%



### Treibhausgasemissionen in kg CO<sub>2</sub>/a:



### 3.5 Nutzwertanalyse

In der Nutzwertanalyse werden nur die Varianten 1, 2 und 4 verglichen. Aus wirtschaftlichen Gründen wird vom Gaslieferanten keinen Gasanschluss (Variante 3) angeboten.

Gewichtung:

1-6: 6 = höchste Gewichtung

Bewertung:

1-6: 6 = höchste Bewertung

Kriterien:

- Investitionskosten
- Nutzungskosten (Wärmegestehungskosten)
- Treibhausgasemissionen
- Komplexität

Ausgeglichene Gewichtung:

Varianten	Investitionskosten		Nutzungskosten		Treibhausgas Emissionen		Komplexität		Gewichtete Bewertung
	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	
	3 25.00%		3 25.00%		3 25.00%		3 25.00%		
1 WP; PV	48	1	6900	6	1821	6	tief	6	57
2 Pellets, Solarthermie	48.7	1	8020	1	1863	6	hoch	1	27
3 Heizöl, PV	31	6	7790	2	9369	1	mittel	3	36

Ökologische Gewichtung:

Varianten	Investitionskosten		Nutzungskosten		Treibhausgas Emissionen		Komplexität		Gewichtete Bewertung
	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	
	2 16.67%		2 16.67%		6 50.00%		2 16.67%		
1 WP; PV	48	1	6900	6	1821	6	tief	6	62
2 Pellets, Solarthermie	48.7	1	8020	1	1863	6	hoch	1	42
3 Heizöl, PV	31	6	7790	2	9369	1	mittel	3	28

Wirtschaftliche Gewichtung:

Varianten	Investitionskosten		Nutzungskosten		Treibhausgas Emissionen		Komplexität		Gewichtete Bewertung
	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	
	4 33.33%		4 33.33%		2 16.67%		2 16.67%		
1 WP; PV	48	1	6900	6	1821	6	tief	6	52
2 Pellets, Solarthermie	48.7	1	8020	1	1863	6	hoch	1	22
3 Heizöl, PV	31	6	7790	2	9369	1	mittel	3	40

### Investitionsgewichtung:

Varianten	Investitionskosten		Nutzungskosten		Treibhausgas Emissionen		Komplexität		Gewichtete Bewertung
	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	Gewichtung	Bewertung	
	6 50.00%		2 16.67%		2 16.67%		2 16.67%		
1 WP; PV	48	1	6900	6	1821	6	tief	6	42
2 Pellets, Solarthermie	48.7	1	8020	1	1863	6	hoch	1	22
3 Heizöl, PV	31	6	7790	2	9369	1	mittel	3	48

### 3.6 Bewertung der Nutzwertanalyse

Bei der ausgeglichenen, der ökologischen und der wirtschaftlichen Gewichtung erhält die Lösung mit der Wärmepumpe, PV die beste Bewertung. Werden die Investitionen stark betont, erreicht die Variante Öl, PV die meisten Punkte.

## 4 Fazit und Bemerkungen

In drei von vier Gewichtungen erreicht die Lösung mit der Wärmepumpe die höchste Wertung. Alle drei Varianten verwenden ein solares System zur Produktion von Eigenenergie. Die Photovoltaikanlagen sind auf einen hohen Eigenverbrauch optimiert. Die Anlage könnte auch grösser dimensioniert und dieser Strom in Zukunft für die Elektromobilität verwendet werden.

Die Lösung mit einer Gastherme ist in der Nutzwertanalyse nicht mehr berücksichtigt. Der Erdgaslieferant erstellt aus wirtschaftlichen Gründen kein Angebot.

Die Vorlauftemperatur ist hoch. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Kellerdecke und die Estrichdecke zu dämmen. Dadurch sinkt nicht nur der Energiebedarf, sondern auch die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe, was sich positiv auf die Energieeffizienz auswirkt.

## 5 Links

### Energieausweise und Labels

Energieausweis der Kantone

[www.geak.ch](http://www.geak.ch)

Minergie

[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

Standard für Nachhaltiges Bauen Schweiz

[www.nnbs.ch/standard-snbs/](http://www.nnbs.ch/standard-snbs/)

### Fachverbände

Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie

[www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

Verein Holzenergie Schweiz

[www.holzenergie.ch](http://www.holzenergie.ch)

### Gebäudetechnik/Architektur

Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein

[www.sia.ch](http://www.sia.ch)

Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren

[www.swki.ch](http://www.swki.ch)

Migrol Energie und Heizsysteme

[www.migrol.ch](http://www.migrol.ch)

Solarrechner

[www.migrol.ch/de/energie-](http://www.migrol.ch/de/energie-)

[heizsysteme/informieren/photovoltaik-rechner.aspx](http://heizsysteme/informieren/photovoltaik-rechner.aspx)

### Förderprogramme

Gebäudeprogramm

[www.dasgebaeudeprogramm.ch](http://www.dasgebaeudeprogramm.ch)

Übersicht der Förderungen

[www.energiefranken.ch/](http://www.energiefranken.ch/)

### Energie

Energie Schweiz

[www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

Energieeffiziente Geräte

[www.topten.ch](http://www.topten.ch)

## 6 Abkürzungen

Abkürzung	Ausgeschrieben
PV	<b>Photo</b> Voltaik
GEAK	<b>Gebäude</b> Energie <b>Ausweis</b> der <b>Kantone</b>
EFH	<b>Ein</b> Familien <b>Haus</b>
MFH	<b>Mehr</b> Familien <b>Haus</b>
SIA	<b>Schweizerischer</b> Ingenieur- und <b>Architekten</b> verein
EBF	<b>Energie</b> <b>Bezugs</b> <b>Fläche</b>
TABS	<b>Thermo</b> <b>Aktives</b> <b>Bauteil</b> <b>System</b>
JAZ	<b>Jahres</b> <b>Arbeits</b> <b>Zahl</b>

## 7 Glossar

Begriff	Beschreibung Quelle GEAK Bibliothek
Dämmung, Wärmedämmung	Umgangssprachlich auch „Isolierung“. Mit Schichten aus schlecht wärmeleitendem (also gut wärmeisolierendem) Material wird der Wärmeverlust durch ein Bauteil vermindert und so Energie gespart, aber auch der Komfort erhöht (kalte Wände etc. sind ungemütlich). Mit üblichen Wärmedämmstoffen sind Dämmstärken von 10 bis 30 cm für Aussenwände, Dach etc., 4 bis 12 cm für warme Leitungen sinnvoll. Neue Vakuum-Elemente bringen die gleiche Dämmwirkung mit etwa 5x kleinerer Stärke.
Energiekennzahl und gewichtete Energiekennzahl	Die Energiekennzahl ist ein Mass für die gesamte, einem Gebäude während eines Jahres netto gelieferte Energie, bezogen auf die Energiebezugsfläche (MJ/m <sup>2</sup> ). Im einfachsten Fall entspricht sie der Summe der zugeführten Endenergie.
Eigenenergieproduktion:	Energie in Form von elektrischem Strom oder Wärme, welche vor Ort produziert (physikalisch korrekt) umgewandelt wird.
Energiebezugsfläche	Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist. Geschossflächen mit einer lichten Raumhöhe kleiner als 1,0 m zählen nicht zur Energiebezugsfläche.
Energieträger	Energieträger wie z.B. Heizöl, Holzpellets, Erdgas, Elektrizität geben bei Ihrer Umwandlung (z.B. Verbrennung) technisch nutzbare Energie ab.
Endenergiebedarf	Das ist die Energiemenge, die für die Gebäudeheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung unter Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs und der Verluste des Heizwärmesystems sowie der Warmwasseraufbereitung aufgebracht werden muss. Die Endenergie wird an der «Schnittstelle» Gebäudehülle übergeben und stellt die Energiemenge dar, die der Verbraucher für Heizung und Warmwasser bezahlt.
Fernwärme	Wärme für Heizzwecke oder Industrieprozesse, die über grosse Heisswasser- oder Dampfleitungen über grössere Distanzen (über 1 km) verteilt wird. Vor allem sinnvoll bei grossen Abwärmequellen (Kehrichtverbrennung) oder Gewinnungsanlagen erneuerbarer Energie wie z.B. grosse Holzfeuerungen. Bei kleineren Systemen spricht man auch von Nahwärmesystemen oder Siedlungsheizungen.
Gebäudekategorie (SIA)	Kategorien von Gebäuden, für welche der SIA Standardnutzungen und Anforderungen an den Heizwärmebedarf definiert. Wohnen EFH, Wohnen MFH, Verwaltung und Schulen sind wichtige Beispiele solcher Kategorien.
Hybridkollektor	Ein Hybridkollektor erzeugt elektrische Energie und zusätzlich Wärme. Ein thermischer Kollektor wird dazu mit einer Photovoltaikschiicht ergänzt.
Jahresnutzungsgrad	Der Jahresnutzungsgrad einer Maschine oder Anlage ist der Nutzungsgrad, der sich für ein gesamtes Betriebsjahr ergibt.
Jahresarbeitszahl	Die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe bezeichnet das Verhältnis der abgegebenen Jahresnutzwärme zur gesamten von der Wärmepumpe aufgenommenen elektrischen Energie.
Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN)	Die MuKEN sind ein Bauvorschriftenkatalog mit energetischen Anforderungen für Neubauten und Erneuerungen. Ziel der Vorschriftensammlung ist es, die Harmonisierung der Anforderungen in der Schweiz voranzutreiben. Den Kantonen steht es frei, einzelne Module der MuKEN in ihre kantonalen Vorschriften zu übernehmen. <a href="http://www.endk.ch">www.endk.ch</a>

Nutzenergie	Als Nutzenergie bezeichnet man die Energie, die Verbrauchern unmittelbar zur Nutzung verfügbar ist, z.B. Wärme oder Licht. Im Gebäude bezieht man Nutzenergie in Form von Raumwärme, Licht, Warmwasser, Schallwellen (Musik) oder mechanischer Arbeit (beispielsweise beim Mixer).
Photovoltaik	Photovoltaik-Zellen wandeln Licht direkt in Strom um. Die Umwandlung gelingt mit Hilfe von Solarzellen. Diese bestehen aus zwei Siliziumschichten mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften. Bei Sonneneinstrahlung entsteht am Übergang zwischen den Schichten ein elektrisches Feld, aus dem direkt Strom abgenommen werden kann.
Pelletheizung	Vollautomatische Holz-Heizung in unterschiedlichen Leistungsklassen für kleine Wohnhäuser und große Gebäude, die speziell auf den Einsatz von Holzpellets ausgerichtet sind.
Solarthermie, Sonnenkollektoren	Sonnenkollektoren wandeln Sonnenenergie in thermische Energie um. Sie absorbieren die einfallende Solarstrahlung und erhitzen sich dadurch. Die Wärme wird an das Wasser übertragen, welches durch den Kollektor fließt und kann zur Beheizung des Gebäudes respektive für die Wassererwärmung eingesetzt werden.
TABS	Bei thermoaktiven Bauteilsystemen (TABS) werden die Verrohrungen für Heizung respektive Kühlung direkt in die Betonbauteile eingelegt (Böden/Decken). Damit nutzt man die Speichermasse und die grossen Wärmeaustauschoberflächen von Betondecken für die Konditionierung der Räume.
Wärmeerzeuger	Apparat, der durch Energieumwandlung Wärme bereitstellt, z.B. durch Verbrennung (Heizkessel) oder durch einen Wärmepumpenprozess oder durch Einfangen von Sonnenstrahlung.
Wärmeabgabe	Heizwärme kann über verschiedene Systeme an die Räume abgegeben werden: Heizkörper (Radiatoren, Heizwände, Konvektoren), Fussbodenheizung, andere Flächenheizungen (in Wänden eingebaut), Luftheizung.
Wärmepumpe (WP)	Eine Wärmepumpe entzieht der Umwelt (umgebende Luft, Grundwasser oder Erdreich) Wärmeenergie und hebt («pumpt») diese in einem sogenannten Kältekreislauf auf ein verwertbares höheres Temperaturniveau an. Als Antrieb dient meist ein Elektromotor; als Wärmequellen «tiefe Temperatur» kommen Aussenluft, Abluft, Erdreich/Untergrund (Erdsonden), Grund-, Oberflächenwasser in Frage.