



Zusammenfassung zum Energiekonzept – Anlage 2

„Am Silberbach“ Gemeinde Glashütten

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit mit der Gemeinde Glashütten, der Hessischen Landesgesellschaft mbH und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Gemeinde Glashütten
Schloßborner Weg 2
61479 Glashütten

Auftragnehmer

Energielenker projects GmbH
Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Ansprechpartner:

Herrn Richard Meixner

Ansprechpartner:

Daniel Cannas

cannas@energielenker.de

Tel.: +49 06103-376698-1



Hessische Landesgesellschaft mbH



Lesehinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen die feminine Form mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

Stand der Ausarbeitung

02.08.2022



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Ausgangssituation und Projektbeschreibung	1
2 Definition Plus-Energie-Siedlung.....	1
2.1 DEFINITION GEBÄUDESTANDARDS	2
2.2 BILANZ.....	3
3 Beschreibung Energiekonzepte	4
3.1 LUFT-WASSER-WÄRMEPUMPE	5
3.2 SOLE-WASSER-WÄRMEPUMPE MIT ERDSONDEN.....	5
3.3 SOLE-WASSER-WÄRMEPUMPE MIT EISSPEICHER.....	6
3.4 VERGLEICH DER VORGESTELLTEN VERSORGUNGSKONZEPTE	7
3.5 VARIANTE MIT EIGENEM KONZEPT	8
3.6 PHOTOVOLTAIK	8
4 Nachweis über die Einhaltung des Plus-Energie-Standards Ihres Gebäudes	8



1 Ausgangssituation und Projektbeschreibung

Klimatische Veränderungen, Extremwetterereignissen, endliche Ressourcen und steigende Energiekosten treiben die Ziele der Bundesregierung zu einer klimaneutralen und kostengünstigen Energieversorgung im Gebäudesektor. Die Landesregierung Hessen unterstützt diese Ziele und will mit dem 2018 erschienen „Leitfaden Baulandentwicklung Wege zum Plus-Energie-Standard“ und zahlreichen Modellkommunen diesen Weg unterstützen und aufzeigen, dass klimaneutrales Wohnen bereits heute möglich ist.

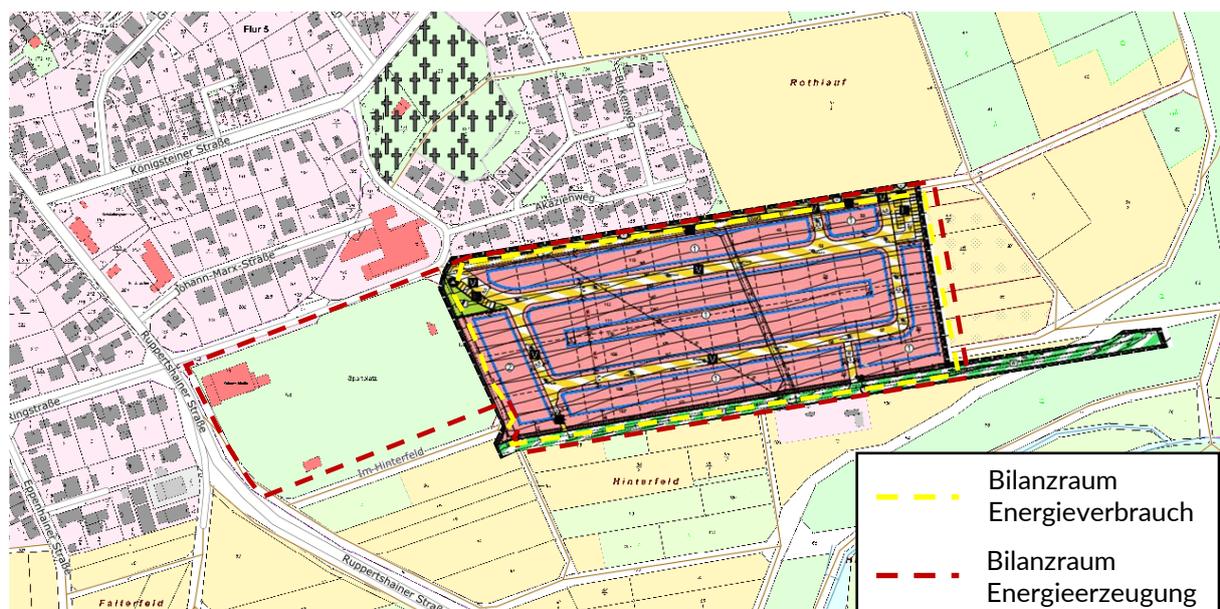
Als eine der ersten angestrebten Plus-Energie-Siedlungen startete die Gemeinde Glashütten mit ambitionierten Zielen in die Entwicklung der Neubausiedlung „Am Silberbach“. Die Erstellung des ausgearbeiteten Energieversorgungskonzepts zur Erreichung des Plus-Energie-Standards stellt die Grundlage dieser Handreichung dar und gilt als Planungsgrundlage für Sie als zukünftige Bauherren der Plus-Energie-Siedlung „Am Silberbach“.

2 Definition Plus-Energie-Siedlung

Die angestrebte Plus-Energie-Siedlung wird nach dem Leitfaden der HLG folgendermaßen definiert:

„Plus-Energie bedeutet, dass in einem Quartier oder Ortsteil bilanziell – also summarisch über ein ganzes Jahr betrachtet – mehr erneuerbare Energie produziert wird als die Bewohner selbst verbrauchen.“

Für das ausgearbeitete Energiekonzept wurde gemeinsam mit der Gemeinde festgelegt, dass für die Bewertung die verbrauchte Energie im Quartier für die Wärmeversorgung und die Stromversorgung bilanziell den Potenzialen aus der Photovoltaik-Strom-Erzeugung gegenübergestellt wird. Da das Gebiet neben Ein- und Zweifamilienhäusern auch Mehrfamilienhäuser enthält, entsteht ein ungünstiges Verbrauch zu EE-Potential-Verhältnis. Daher wurde im Konzept das EE-Potential um die Dachflächen der angrenzenden Mehrzweckhalle und der geplanten Einfeldsporthalle Hochtaunuskreises erweitert, folgende Abbildung verdeutlicht den angesetzten Bilanzraum.





2.1 DEFINITION GEBÄUDESTANDARDS

Ein wesentlicher Anteil der Energiebedarfe eines Gebäudes lässt sich auf die Wärmebedarfe zurückführen. Um den Energiebedarf und somit auch die Treibhausgas-Emissionen von Gebäuden möglichst gering zu halten, existiert das Gebäudeenergiegesetz (GEG), welches das Energieeinspargesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) zusammenführt. Das GEG ist ein Instrument der Energie- und Klimaschutzpolitik der Bundesregierung auf Basis des Energieeinsparungsgesetzes und verringert durch bestimmte Vorgaben so schrittweise den Energieverbrauch. Das GEG enthält Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden. Sie bezieht sich auf Hüllflächen sowie Anlagentechnik und soll im Kontext der Energiewende für einen sinkenden Energieverbrauch im Gebäudebereich sorgen. Anwendung findet die Verordnung daher bei jedem Neubau- und bei zahlreichen Sanierungsvorhaben.

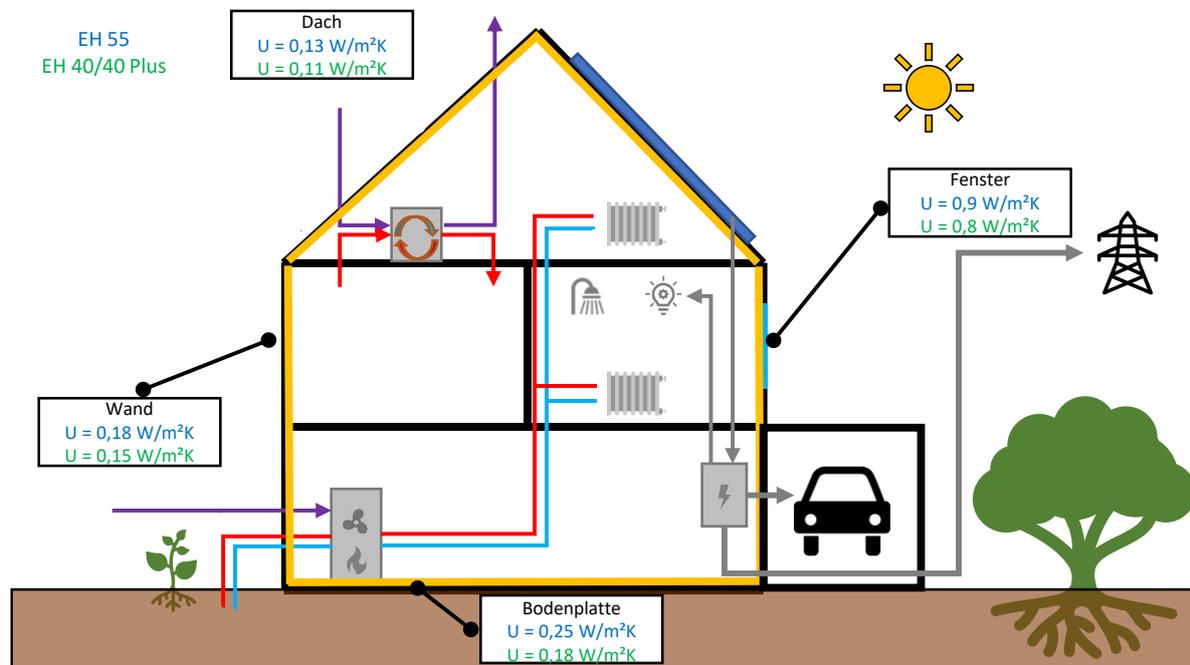
Die Werte des Effizienzhaus-Standards (55, 40, 40 plus) definieren den benötigten Anteil an Primärenergie, den das Gebäude benötigt. Als Referenz dient ein Gebäude, das die Mindestanforderungen des GEG erfüllt und sich in Geometrie und Nutzung des zu betrachtenden Gebäudes gleicht. Im Vergleich zum Referenzgebäude benötigt das Effizienzhaus 55 nur 55 % der Primärenergie. Zudem liegt der Transmissionswärmeverlust bei 70 %. Der bauliche Wärmeschutz ist somit ebenfalls um 30 % besser als vom Referenzgebäude. Das Effizienzhaus 40 benötigt nur 40 % der Primärenergie des Referenzgebäudes. Die zusätzlichen Anforderungen an den Dämmstandard für die Außenhülle (Außenwand, Dach, Fenster) sind aufgrund der bereits hohen gesetzlichen Mindestanforderungen mit geringem Aufwand zu erreichen, wie folgende Tabelle zeigt:

Bauteil	Ausführung nach GEG	U-Wert [W/m²K]	Ausführung nach EH 55	U-Wert [W/m²K]	Ausführung nach EH 40	U-Wert [W/m²K]
Außenwand	Zweischaliges Mauerwerk mit 12 cm Mineralwolle (0,035 W/mK)	0,24	Zweischaliges Mauerwerk mit 16 cm Mineralwolle (0,032 W/mK)	0,18	Zweischaliges Mauerwerk mit 20 cm Kerndämmung Mineralwolle (0,032 W/mK)	0,15
Fenster	Zweischeibenverglasung	1,20	Dreischeibenverglasung	0,90	Dreischeibenverglasung	0,80
Satteldach	14 cm Zwischensparrendämmung (0,040 W/mK)	0,20	24 cm Zwischensparrendämmung (0,032 W/mK)	0,13	26 cm Zwischensparrendämmung (0,032 W/mK) + 8cm Untersparrendämmung (0,035 W/mK)	0,11
Bodenplatte	6 cm Dämmung (0,035 W/mK)	0,32	12 cm Dämmung (0,035 W/mK)	0,25	16 cm Dämmung (0,032 W/mK)	0,18

Für die Erreichung eines Effizienzhaus 55 bzw. 40 können beispielsweise, wie in folgender Abbildung dargestellt, U-Werte und damit „Materialqualitäten“ kombiniert werden. Für das GEG sind dabei lediglich



Mindestanforderungen zu erfüllen. Die tatsächliche Einhaltung eines Effizienzhauses ist dabei abhängig von der Kombination der einzelnen relevanten Bauteile, die Kombinationsmöglichkeiten sind dabei nahezu unbegrenzt.



Die zusätzlichen Aufwände an der Gebäudehülle reduzieren den Transmissionswärmeverlust und dadurch den Energieverbrauch der Heizungsanlage. Ein EH55 verbraucht nur etwa 78 % und ein EH40 nur etwa 56 % der Heizwärme des Mindeststandards nach GEG.

Neben den gängigsten Effizienzhäusern EH55 und EH40 (KfW) gibt es von verschiedenen Institutionen weitere definierte Gebäudestandards, die ebenfalls deutliche Einsparungen gegenüber dem GEG-Mindeststandard ermöglichen (bspw. Passivhaus, Solarhaus).

Aktuell werden durch die KfW lediglich Neubauten in Effizienzhaus-Stufe 40 mit Nachhaltigkeits-Klasse gefördert (Stand: 28.07.2022). In diesem Fall beträgt der maximale Kreditbetrag 120.000 Euro je Wohneinheit und ein Tilgungszuschuss von 5% ist möglich. Maximal kann so ein (Tilgungs-)Zuschuss von 6.000 Euro je Wohneinheit erzielt werden. Die NH-Klasse wird erreicht, wenn das Gebäude ein „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude Plus“ oder „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude Premium“ trägtⁱⁱ.

2.2 BILANZ

Für das Erreichen einer Plus-Energie-Siedlung muss der Wärmebedarf und Strombedarf durch innerhalb des Gebiets erzeugte erneuerbare Energie ausgeglichen werden. Nachfolgende Formel zeigt die vereinfachte Bilanz, die dafür zugrunde gelegt wurde.

$$\text{Wärmebedarf} + \text{Haushaltsstrombedarf} \leq \text{Erneubare Energie Erzeugung}$$

Die jährliche Menge an Wärmebedarf umfasst dabei die Heizwärmebedarfe, die Trinkwarmwasserbedarfe inklusive Leitungs-, Speicher- und Verteilungsverluste sowie Hilfsenergien für Pumpen und Regelungseinrichtungen. Der Wärmebedarf eines Gebäudes ist dabei abhängig von der Gebäudehülle (Dämmstandard) und dem Nutzerverhalten. Für die Erzeugung von erneuerbarer Energie wird die Nutzung von Photovoltaik zur Stromerzeugung empfohlen. Der jährliche Wärmebedarf wird anhand des Energieausweises ermittelt. Die Menge an Haushaltsstrom wird pauschal in Abhängigkeit



Personen in einem Haushalt angesetzt. Diese entspricht der Grundlage des vorliegenden Energiekonzepts und ermöglicht bei Einhaltung die Zielerfüllung der Plus-Energie-Siedlung. Die anzusetzenden Haushaltsstrombedarfe sind in folgender Tabelle aufgeführt.

<i>Personen pro Haushalt</i>	<i>Jährlicher anzusetzender Haushaltsstrombedarf in kWh/a</i>
1 Person	1.600
2 Personen	2.700
3 Personen	3.400
Mehr als 4 Personen	4.000

3 Beschreibung Energiekonzepte

Das ausgearbeitete Energieversorgungskonzept hat verschiedene Anlagentechniken zur Wärmeversorgung auf die Realisierbarkeit einer Plus-Energie-Siedlung hin untersucht. Dabei wurden sowohl dezentrale als auch zentrale Versorgungsvarianten untersucht. Als zentrale Versorgung wird die Wärmebereitstellung über ein Wärmenetz bezeichnet. Hier wird in einer zentral im Gebiet positionierten Heizzentrale die Wärme für das gesamte Quartier erzeugt und über Nahwärmeleitungen an die Einzelgebäude verteilt. Von dezentraler Wärmeversorgung spricht man, wenn die Wärmeerzeugungsanlage, beispielsweise der Gaskessel oder Wärmepumpe innerhalb eines zu versorgenden Gebäudes positioniert ist und jedes Gebäude eine eigene Anlagentechnik besitzt.

Die Gemeinde hat sich dafür entschieden, kein zentrales Nahwärmenetz aufzubauen, so dass Sie als Bauherr, im Rahmen der im Energiekonzept aufgeführten Varianten, in der Wahl der Energieerzeugung freigestellt sind. Diese wird, wie im Energieversorgungskonzept ausgearbeitet, durch die dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen ermöglicht. In Abhängigkeit des Gebäudestandards (GEG, EH55, EH40) können, zur Erreichung des Plus-Energie-Standards unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen, für die Wärmepumpen unterschiedliche Wärmequellen genutzt werden, wie in folgender Tabelle aufgeführt.

<i>Gebäudestandard</i>	<i>Luft-Wasser- Wärmepumpe</i>	<i>Sole-Wasser- Wärmepumpe mit Erdsonden</i>	<i>Sole-Wasser- Wärmepumpe mit Eisspeicher</i>
GEG	✘	✔	✔
EH 55	✘	✔	✔
EH 40	✔	✔	✔

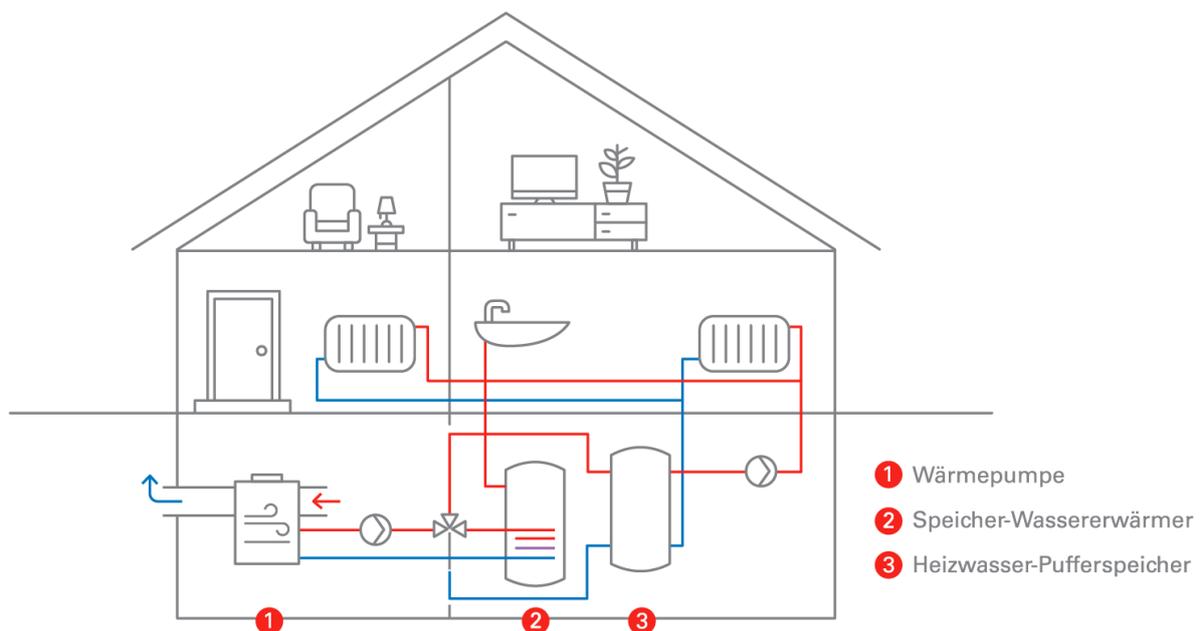
Neben den möglichen Optionen der Wärmeversorgung ist die Installation einer Photovoltaik-Anlage zur Erzeugung von erneuerbarem Strom zwingend erforderlich. Diese richtet sich nach Ihrer Gebäudegröße, der Gebäudeausrichtung, des Baustandards und der eingebauten Anlagentechnik. Die Auslegung der Photovoltaik-Anlage zur Einhaltung des Plus-Energie-Standards Ihres Gebäudes erfolgt durch Ihren Energieberater.



Die entsprechenden technischen Komponenten der Versorgungsvarianten werden im Folgenden kurz aufgeführt. Für weitere Informationen, steht Ihnen das ausführliche Energieversorgungskonzept zur Verfügung.

3.1 LUFT-WASSER-WÄRMEPUMPE

Eine Wärmepumpe hebt die natürliche Wärme in der Umgebung (hier: Umweltwärme aus der Luft) auf ein höheres Temperaturniveau. Sie nutzt dazu den Effekt, dass sich Gase unter Druck erwärmen. Wesentliche Komponenten umfassen die Wärmepumpe und der Anschluss an die hauseigene Wärmeverteilung. Relevant für den Stromverbrauch der Wärmebereitstellung ist die Jahresarbeitszahl. Die Jahresarbeitszahl bildet das Verhältnis aus erzeugter Wärme und eingesetztem Strom. Je höher die Jahresarbeitszahl desto effizienter arbeitet eine Wärmepumpe. Für diese Untersuchung wurde für die Jahresarbeitszahl ein Wert von 3,2 angenommen. Dieser ist bei Luft-Wasserwärmepumpen abhängig von der Außentemperatur und dem Nutzerverhalten. Eine Darstellung der technischen Komponenten ist in folgender Abbildung dargestellt.



© heizung.de

Diese Variante stellt im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung den aktuellen modernen Standard dar. Neben der Wärmebereitstellung im Winter, kann der Wärmepumpenprozess im Sommer umgekehrt werden und das Gebäude durch die Luft-Wasser-Wärmepumpe gekühlt werden.

3.2 SOLE-WASSER-WÄRMEPUMPE MIT ERDSONDEN

Die technische Funktionsweise einer Sole-Wasser-Wärmepumpe ist identisch zur Luft-Wasser-Wärmepumpe. Der Hauptunterschied besteht in der Wärmequelle. In einer Luft-Wasser-Wärmepumpe wird der Umgebungsluft Energie entzogen, um dem Wärmepumpenprozess als Wärmequelle zu dienen. Durch den Einsatz einer Erdsonde wird anstelle der Umgebungsluft die geologische Energie des Untergrunds genutzt.

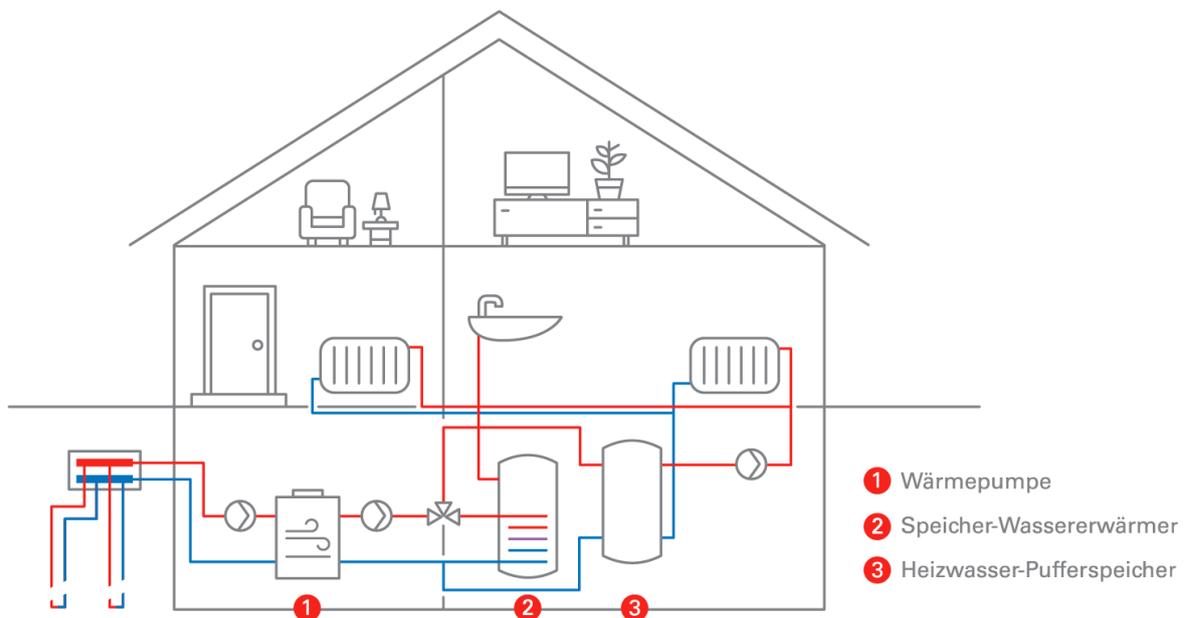
Dazu werden Bohrungen in den Untergrund eingebracht. Für ein durchschnittliches Einfamilienhaus insgesamt ca. 100-200 m, die auf mehrere Sonden aufgeteilt werden können. Die tatsächliche Länge ist abhängig von der benötigten Entzugsleistung und den geologischen Untergrundverhältnissen. In die



ausgeführten Bohrlöcher werden die Erdsonden eingebracht und anschließend mit einem Füllmaterial verfüllt. Die Erdsonde wird schließlich über horizontale Anbindeleitungen mit der Wärmepumpe verbunden. Das durchströmende Sole-Wasser-Gemisch erwärmt sich durch die Erdwärme und dient der Wärmepumpe als Energiequelle.

Der Vorteil der Erdwärmesonde gegenüber der Luft-Wärmepumpe oder auch Erdwärmekollektoren liegt in der, über das Jahr, konstanten Untergrundtemperatur. Dadurch können höhere Wirkungsgrade erzielt werden, da auch bei geringen Außentemperaturen konstante Quelltemperaturen von ca. 10 °C genutzt werden können.

Ein weiterer Vorteil besteht, ebenfalls durch die konstante Untergrundtemperatur, in der sommerlichen passiven Gebäudekühlung. Dabei wird dem Gebäude über die Flächenheizung Wärme entzogen und an die Sole und damit an das Erdreich abgegeben. Dabei wird nicht der eigentliche Wärmepumpenprozess genutzt (aktive Kühlung), sondern der Wärmeübergang erfolgt lediglich durch den Betrieb der Umwälzpumpe (passive Kühlung), wodurch energiesparend das Gebäude temperiert werden kann. Eine aktive Kühlung ist ebenfalls möglich.



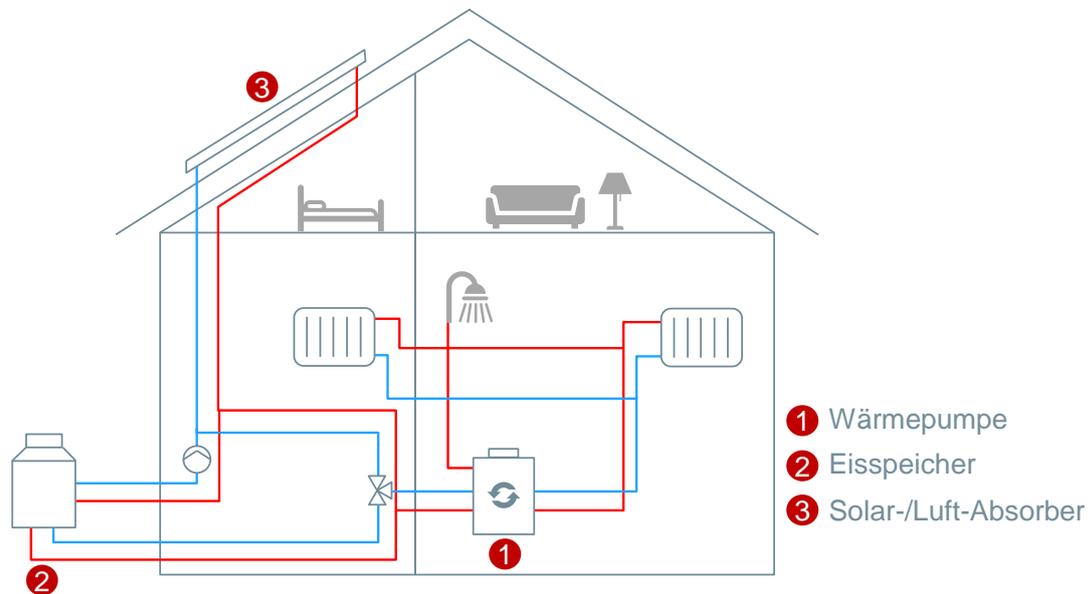
© heizung.de

3.3 SOLE-WASSER-WÄRMEPUMPE MIT EISSPEICHER

Anders als bei einer Luft-Wasser-Wärmepumpe dient nicht Luft als Wärmequelle, sondern ein im Erdreich befindlicher Eisspeicher. Der Eisspeicher besteht aus einer Zisterne, zumeist aus Beton, die im Erdboden eingelassen wird. Durch das niedrige Temperaturniveau kann auf eine Dämmung verzichtet werden. Innerhalb der Zisterne verlaufen Soleleitungen, die die Wärmeübertragung gewährleisten. Als Wärmespeichermedium wird Wasser eingesetzt. Während des Betriebs wird dem flüssigen Wasser über die Soleleitung Energie entzogen und abgekühlt. Die von der Sole aufgenommene Energie wird von der Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser genutzt. Durch den Energieentzug kühlt das Wasser innerhalb der Zisterne ab, bis es gefriert. Der weitere Energieentzug erfolgt isotherm (= konstantes Temperaturniveau). Über die Heizperiode gefriert nach und nach das Wasser innerhalb der Zisterne. Der Vorgang wird durch die fehlende Dämmung und den dadurch auftretenden Wärmeeintrag aus der



umliegenden Erde verlangsamt. Außerhalb der Heizperiode, wenn lediglich Warmwasser bereitgestellt werden muss, können sogenannte Solar-Luft-Absorber als Wärmequelle genutzt werden. Diese nutzen sowohl die direkte Sonnenstrahlung wie auch die Wärme aus der Umgebungsluft. Übersteigt die zur Verfügung stehende Wärme den aktuellen Bedarf wird die überschüssige Energie genutzt, um den Eisspeicher zu regenerieren.



© heizung.de

Eisspeicher werden aktuell hauptsächlich dort eingesetzt, wo aus genehmigungstechnischen Gründen der Einsatz von solegeführten Systemen (Erdsonde, Flächenkollektor) untersagt ist. Die in der Zisterne vorherrschende Temperatur um den Gefrierpunkt können genutzt werden, um im Sommer eine passive Gebäudetemperierung zu ermöglichen.

3.4 VERGLEICH DER VORGESTELLTEN VERSORUNGSKONZEPTE

Die ausgearbeiteten Energieversorgungskonzepte werden in folgender Tabelle qualitativ gegenübergestellt.

Kriterium	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden	Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Eisspeicher
Investition	+	○	-
Wärmepreis	+	○	-
CO ₂ -Emissionen	○	+	+
Kühlung	○	+	+
Effizienz	○	+	+
Äußere Sichtbarkeit	-	+	+
Geräuschentwicklung	-	+	+



3.5 VARIANTE MIT EIGENEM KONZEPT

Für die oben aufgeführten Kombinationen aus Anlagentechnik und Gebäudestandard bescheinigt das ausgearbeitete Energieversorgungskonzept (unter Vorbehalt des Nutzerverhaltens) und die Gemeinde Glashütten den Plus-Energie-Standard für Ihr Gebäude. Selbstverständlich steht es Ihnen frei eine, von diesen abweichenden Lösungen, vorzusehen. Diese kann gegenüber der Gemeinde durch einen von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) anerkannten zertifizierten Energieberater erstellten Nachweis über die Einhaltung des Plus-Energie-Standards des Gebäudes verifiziert werden. Dazu nutzen Sie bitte das Formular: „Nachweis des Plus-Energie-Standards“.

3.6 PHOTOVOLTAIK

Grundlage einer Plus-Energie-Siedlung ist die innerhalb des Quartiers erzeugte erneuerbare Energie. Innerhalb des Konzepts wurde hierfür die Nutzung von Photovoltaik-Modulen auf den Gebäudedächern vorgesehen. Zudem kann eine durchschnittliche jährliche Ertragsmenge von 915 kWh/kW_p angenommen werden.

4 Nachweis über die Einhaltung des Plus-Energie-Standards Ihres Gebäudes

Sie erbringen den Nachweis über die Einhaltung des Plus-Energie-Standards Ihres Gebäudes, indem Ihr Energieberater, die Installation einer der zugelassenen Kombinationen aus Gebäudestandard und Anlagentechnik sowie eine Photovoltaik-Anlage, mit einer Größe in Abhängigkeit Ihrer Verbräuche, bestätigt. Die zugelassenen Kombinationen sind im Folgenden kurz zusammengefasst.

Anlagenart	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden	Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Eisspeicher
Gebäudestandard	EH 40	GEG, EH55, EH40	GEG, EH55, EH40
PV-Leistung	individuell	individuell	individuell

Für eine überschlägige Dimensionierung Ihrer Photovoltaik-Anlagen Leistung in kW_p können Sie folgende Formel verwenden:

$$\frac{\dot{q} \cdot A_N}{JAZ} + 3.400 \text{ kWh/a} = \text{Photovoltaik – Leistung in kW}_p$$

915 kWh/kW_p

Mit: A_N: Wohnfläche in m²
 JAZ: Für Luft-Wasser-Wärmepumpe = 3,2
 Für Sole-Wasser-Wärmepumpe = 5
 q̇: Für GEG-Standard = 54 kWh/m²a
 Für EH55 = 44 kWh/m²a
 Für EH40 = 34 kWh/m²a



Entscheiden Sie sich für ein alternatives Energiekonzept können Sie dies durch einen von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) anerkannten zertifizierten Energieberater anerkennen lassen. Nutzen Sie dafür bitte das Dokument „**Nachweis über die Einhaltung des Plus-Energie-Standards des Gebäudes**“.

4.1 BEISPIELGEBÄUDE

Im Folgenden wird der Plus-Energie-Nachweis für ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EH40) aufgezeigt. Bei einer angenommenen energetischen Grundfläche von ca. 225 m² und einem 3-Personen-Haushalt setzt sich der Nachweis folgendermaßen zusammen.

Für die jährlichen Wärmebedarfe wird ein Wert von 34 kWh/m²a angenommen. Dieser Wert deckt die Bedarfe für die Heizungswärme und die Trinkwarmwasserbereitung. Insgesamt muss so ein jährlicher Wärmebedarf von 7.650 kWh durch die Heizungsanlage gedeckt werden. Es wird der Einsatz einer Luft-Wasserwärmepumpe mit einer jährlichen Arbeitszahl von 3,2 angenommen. Dadurch ist ein Strombedarf für die Deckung der Wärmebedarfe von 2.361 kWh erforderlich.

Der jährliche Strombedarf, der unabhängig vom Gebäudestandard ist, wird auf der Grundlage von durchschnittlichen Werten angenommen und liegt bei einem Haushalt mit drei Personen bei ca. 3.400 kWh/a.

In Summe ergibt sich ein jährlicher Endenergiebedarf (Strom) des Durchschnittsgebäudes von 5.791 kWh/a. Für die Erfüllung der Vorgaben eines Plus-Energie-Gebäudes muss demnach eine Energiemenge aus erneuerbaren Quellen von 5.791 kWh produziert werden. Am einfachsten ist dies durch eine Photovoltaik-Anlage auf den Dachflächen möglich. Unter der Annahme einer jährlichen Ertragsleistung von 915 kWh/kW_P ist die Installation einer PV-Anlage mit 6,3 kW_P erforderlich, was einer Dachfläche von ca. 38 m² (Annahme: 6 m²/kW_P) entspricht.

Es sei darauf hingewiesen, dass die ausgeführten Berechnungen und deren Grundlagen Teil einer modellhaften Darstellung sind. Tatsächliche Verbräuche sind vom individuellen Gebäude sowie Nutzerverhalten abhängig. Zudem wurde keine (E-)Mobilität berücksichtigt.

ⁱ Leitfaden Baulandentwicklung Wege zum Plus-Energie-Standard Eine Orientierungshilfe für Kommunen, Hessische Landgesellschaft mbH, September 2018

ⁱⁱ <https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/beg/>