

1) Gesetzeslage

GEG (Bund)

EWärmeG (BW)

Das GEG und des EWärmeG(BW) bieten die Ausnahmeregel :

„Unterglasanlagen und Kulturräume für Aufzucht, Vermehrung und Verkauf von Pflanzen“

Für Teile eines neuen Gartencenters für die diese Ausnahmeregel nicht zutrifft sind das GEG bzw. die Vorgaben des EWärmeG(BW) einzuhalten.

Da das GEG ohne Ausnahme einen Teil der Wärme (oder Kälte) als regenerativ erzeugt vorschreibt ist dies vorzusehen auch wenn der Nachweis nur für das Festgebäude (Büro,sozial) oder evtl. den Cafebereich verlangt wird.

GEG und EWärmeG

GEG Vorgaben Neubau

Nutzung erneuerbarer Energie zur Deckung des Wärme (Kälte) Bedarfs.

Nachfolgende mögliche Maßnahmen können auch kombiniert werden.

-Nutzung solarthermischer Anlagen mit denen der Wärmebedarf zu min. 15% gedeckt wird.

- Nutzung von PV-Anlagen mit denen der Wärmebedarf zu min. 15% gedeckt wird.

-Nutzung von Geothermie mit Wärmepumpe mit denen der Wärmebedarf zu min. 50% gedeckt wird.

-Nutzung von Biomasse mit denen der Wärmebedarf zu min. 50% gedeckt wird.

Nutzung von gasförmige Biomasse

- BHKW mit denen der Wärmebedarf zu min. 30% gedeckt wird.

- Brennwertkessel mit denen der Wärmebedarf zu min. 50% gedeckt wird.

-Nutzung von Abwärme oder Umweltwärme mittels einer Wärmepumpe mit denen der Wärmebedarf zu min. 50% gedeckt wird.

-Nutzung von Fernwärme die entsprechend der Vorgaben nach GEG erzeugt wird.

- Nutzung von Photovoltaik wenn der Wärme-Kälteenergiebedarf zu mindest 15% gedeckt wird.

Als Ersatzmaßnahmen sind auch

- BHKW mit Biogas,

- Wärmerückgewinnung (Lüftung) und

- PV anerkannt oder

- Baulicher Wärmeschutz (U-Werte) 15% besser als vorgeschrieben.

EWärmeG (Baden Württemberg) bei Erneuerung des Heizkessels

Beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizanlage sind die Eigentümerinnen und Eigentümer der versorgten Gebäude verpflichtet, mindestens 15 Prozent des jährlichen Wärmeenergiebedarfs durch erneuerbare Energien zu decken oder den Wärmeenergiebedarf um mindestens 15 Prozent zu reduzieren.

Als erneuerbare Energien werden anerkannt solare Strahlungsenergie, Geothermie, Umweltwärme, feste, flüssige und gasförmige Biomasse, welche ohne vorangegangene Umwandlung in elektrische Energie für Zwecke der Wärmenutzung verwendet werden.

Die Obergrenze für Heizungsanlage mit Bioöl oder Biogas sind 50kW.

**Als Ersatzmaßnahmen sind auch BHKW mit Biogas, Wärmerückgewinnung (Lüftung) und PV anerkannt oder Baulicher Wärmeschutz (U-Werte) 15% besser als vorgeschrieben.
(Ist vermutlich nicht zu erreichen)**

Erfüllungsoptionen

Maximale U-Werte bei Neubau und Austausch (GEG)

Diese Werte müssen Bauteile einhalten in Bereichen für denen das GEG gilt:

Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten		
Nummer Bauteile	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall $\geq 19\text{ °C}$	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis $< 19\text{ °C}$
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,28\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,50\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Vorhangfassade	$\bar{U} = 1,5\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 3,0\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		$\bar{U} = 2,5\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		$\bar{U} = 3,1\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

2) Beheizung Gartencenter

Welche Möglichkeiten gibt es ein Gartencenter zu HEIZEN

Hackschnitzel
Ölkessel
Pelletskessel
Gaskessel
Wärmepumpe
Fernwärme
BHKW

Welche Möglichkeiten gibt es zur Wärmeausbringung

Fußbodenheizung
Lufterhitzer
Deckenstrahlplatten
Rohrheizung
Konvektoren
Heizkörper

Welche sinnvollen Kombinationen gibt es

Hackschnitzel fällt normalerweise weg weil es für ein Gartencenter zu umständlich ist.

Neue Ölkessel sollen ab 2026 verboten werden, fällt also bald weg.

Ideal ist regenerativ erzeugte Fernwärme.

Die Vorschriften sind damit erfüllt. Das Erbringen des regenerativen Anteils ist Sache des Fernwärmeanbieters. Für die Heizung muss kein Wartungsaufwand betrieben werden. Zur Sicherheit kann dies aber noch mit einem Gas (oder Öl) betriebenen Backupkessel kombiniert werden.

Hybridheizung

Um die Vorschriften zu erfüllen bleibt nur eine Kombination aus regenerativen und konventionellen Heizsystemen, eine sogenannte Hybridheizung.

Eine Kombination eines Heizsystems mit BHKW ist schwierig da das BHKW dabei 30% des Jahreswärmebedarfs decken muss. Das muss von Fall zu Fall gerechnet werden ist aber möglich. Das BHKW kann dabei nicht nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgelegt werden sondern eine Nummer größer. Kombination mit Wallboxen nicht sinnvoll, mit Beleuchtung sehr wohl (aber im Hochsommer läuft das Gerät nicht).

Ein Betrieb mit Biogas ist Voraussetzung.

Sinnvolle Kombination BHKW mit Gasbrennwertkessel (beides Biogas).

Alle Systeme zur Wärmeausbringung sind möglich.

Nachteil : Abhängigkeit von einem Energieträger.

Kombinationen mit Wärmepumpe

Es gibt

Wärmepumpen mit Umweltwärme (Luft-Wasserwärmepumpe)

Wärmepumpen mit Geothermie (Erdsonden Bohrungen bis 100m Tiefe)

Wärmepumpe mit Eisspeicher.

Wärmepumpe mit Abwärmenutzung

Ein Problem ist dabei, dass die Luft-Wasser Wärmepumpe eine maximale Vorlauftemperatur von 55°C bei einem sinnvollen Wirkungsgrad bringt und das nur bis zu einer Außentemperaturtemperatur bis min. -5°C.

Dies schränkt die Wärmeausbringung auf eine Fußbodenheizung ein (evtl. auch Deckenstrahlplatten). Aufgrund der großen Trägheit lässt sich dieses System sinnvoll nur in fest eingedeckten Bereichen einbauen.

Alternativ können Deckenstrahlplatten eingesetzt werden die ab

Vorlauftemperaturen von 35°C funktionieren (ab 3m Höhe)

Sowohl Fußbodenheizung wie auch Deckenstrahlplatten reichen als alleiniges Heizsystem nicht aus.

Wärmepumpen mit Geothermie (Sole-Wasserwärmepumpe) haben einen besseren Wirkungsgrad da das Grundwasser das ganze Jahr über 10°C hat. Allerdings wird dies wegen des Untergrunds (z.B. Gipskeuper) oft nicht genehmigt. Eine Bohrung (100m) ergibt etwa 10kW Wärmeleistung. Kosten 100€/pro Meter.

10kW x 3 (COP-Wert) für eine Wärmepumpe ergibt dann 30kW

Wärmepumpe mit Erdsonden gehen bis zu 70° Vorlauftemperatur.

Wärmepumpen mit Eisspeicher können in üblichen Gartencentern nicht wirtschaftlich eingesetzt werden. (Amortisationszeiten <15 Jahre).

Wärmepumpe mit Abwärme. Wenn Abwärme zur Verfügung steht kann dies eine effektive Lösung sein. Die Nutzung ist im Einzelfall zu prüfen.

2 Gute Lösungen von Kombinationen

1) Die Kombination einer Wärmepumpe und einer Gasbrennwertheizung ist eine gute Lösung sofern genügend Bereiche für Fußbodenheizungen zur Verfügung stehen.

Versorgungssicherheit sei mal dahingestellt.

2) Eine Lösung ist eine Kombination aus Pelletsessel mit einem Gaskessel.

Dabei müssen die Kesselgrößen aus Sicherheitsgründen nicht nach

Wirtschaftlichkeit gewählt werden

sondern jeder Kessel alleine muss die komplette Anlage frostfrei halten können.

Noch sicherer ist die Kombination Pelletsessel- Gaskessel-Ölkessel.

3) Ein durchaus sinnvolle Lösung ist ein Ölkessel mit einem Gaskessel.

Das ist zwar nicht ökologisch, bringt aber eine große Betriebssicherheit.

Der regenerative Anteil muss dann anders erbracht werden.

Versorgungssicherheit Strom

Da in nächster Zukunft verstärkt mit Stromausfällen zu rechnen ist jede Heizung mit einem Notstromaggregat (Inverter) auszurüsten, auch der Bestand.
Das Aggregat muss mindestens die Heizung und die Steuerung sowie eine Notbeleuchtung und die Kassen (bis die Kunden weg sind) versorgen.

3) Photovoltaik Grundlagen

Das kWp Kilowatt peak ist die Einheit für die maximale Leistung einer PV-Anlage. 1 kWp werden im Hochsommer von 6m² Solarpaneele erzeugt.

Die optimale Neigung für Paneele ist 30°.

Die ideale Ausrichtung ist Süden. Anlage mit SO oder SW Ausrichtung sind noch vertretbar alles andere nicht.

Es ist unbedingt auf Verschattung durch andere Gebäudeteile zu achten.

PV Anlagen lassen sich gut kombinieren mit
Beleuchtung
Wärmepumpen (inkl. Kühlung)
Betriebseigene und fremde E-Autos.

Neue Parkplätze müssen ab 35 Stellplätzen ab nächstem Jahr sowieso mit einer PV-Anlage überdacht werden.

Sie sind schlecht geeignet für eine Notstromversorgung.

Zum einen funktionieren Sie nicht bei Nacht oder wenn Schnee darauf liegt.

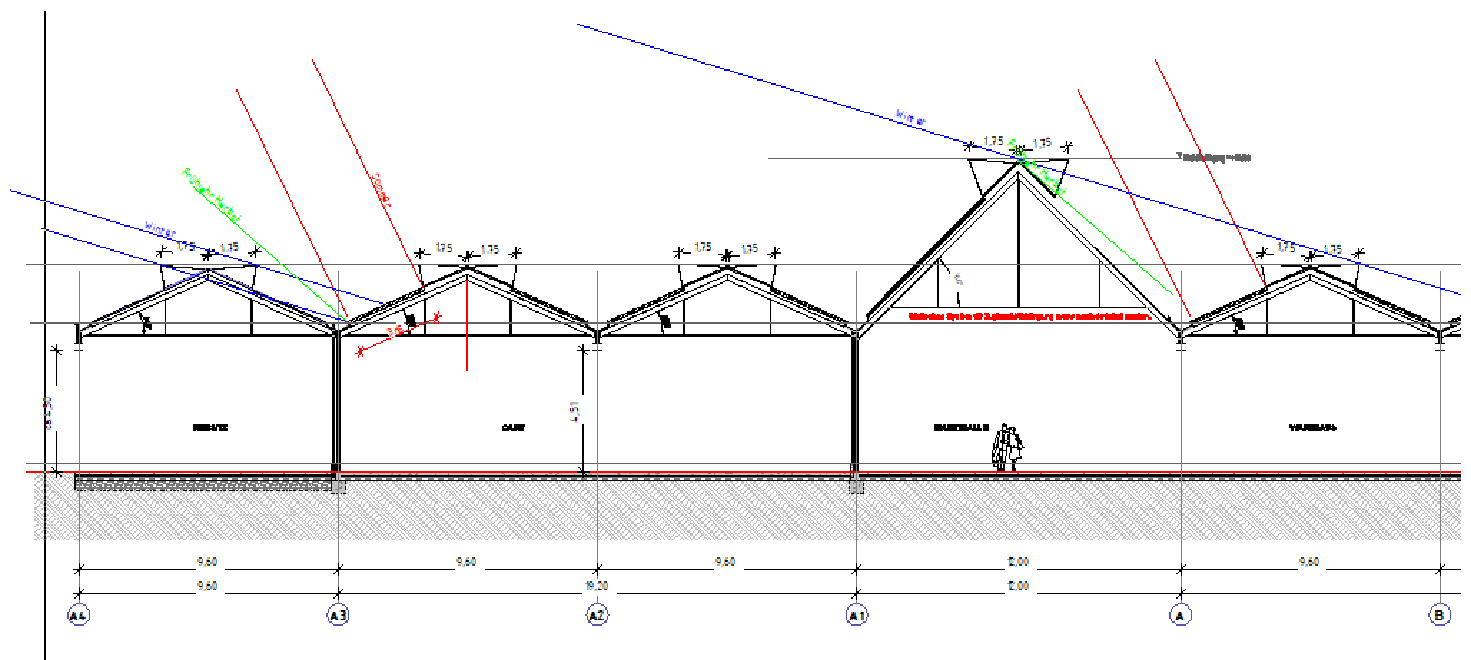
Zum anderen sind die Batteriesysteme derzeit noch so teuer, dass sich eine Nutzung auch unter Sicherheitsaspekten nicht lohnt.

Ein Notstromaggregat ist viel günstiger und betriebssicherer.

In vielen Fällen wird auch explizit ein Notstromaggregat gefordert.

PV und BHKW dürfen dafür nicht eingesetzt werden.

Der Strombedarf eines Gartencenters variiert stark von 30W/m² für einen reinen Pflanzenverkauf bis zu 130W/m² für einen Markt mit Zoo, Gastronomie...



Gartencenter
Sonneinstrahlungswinkel
Blau Winter
Grün Frühjahr/Herbst
Rot Sommer

Man erkennt wie ungünstig hohe Gebäudeteile für die PV Nutzung sein können. PV Paneele werden in Gruppen und Reihen zusammengeschaltet.

Wenn ein Paneel durch Verschattung nicht funktioniert, funktioniert die ganze Gruppe oder Reihe nicht.

Bei unserer Dachneigung von 24° ist klar zu erkennen, dass es eine untere und eine obere Reihe von Paneelen geben muss die nicht zusammengeschaltet sind.

Um eine sinnvolle PV Nutzung zu gewährleisten sollten alle Dachflächen die Richtung Süden zeigen mit Isolierpaneelen eingedeckt werden.

Zum einen gibt es momentan keine einfache Möglichkeit Glasscheiben bei einem Gewächshaus durch PV-Module zu ersetzen, zum anderen macht es wenig Sinn eine Isolierglasscheibe durch ein Einfachglas PV-Modul zu ersetzen.

Eine effektive Nutzung von PV setzt eine entsprechende Planung der Ausrichtung des Gartencenters voraus.

4) Kühlung Gartencenter

Wenn die Südseite eines Gewächshauses nicht komplett mit Isolierpaneelen eingedeckt ist und der Rest mit Schirmen versehen ist, brauchen wir über eine Kühlung nicht nachdenken. Der Wärmeeintrag durch globale und direkte Solarstrahlung ist viel zu groß.

Beispiel:

Sonneinstrahlung Sommer außen max. 1200W/m^2

Sonneneinstrahlung Sommer Nordseite 500W/m^2

Sonneinstrahlung Sommer unterhalb Schirm 100W/m^2

Südseite des Hauses Isolierpaneel $\rightarrow 50\text{W/m}^2$

Bei einem 500m^2 großen Cafebereich ergeben sich als Größenordnung 50kW Kühlleistung.

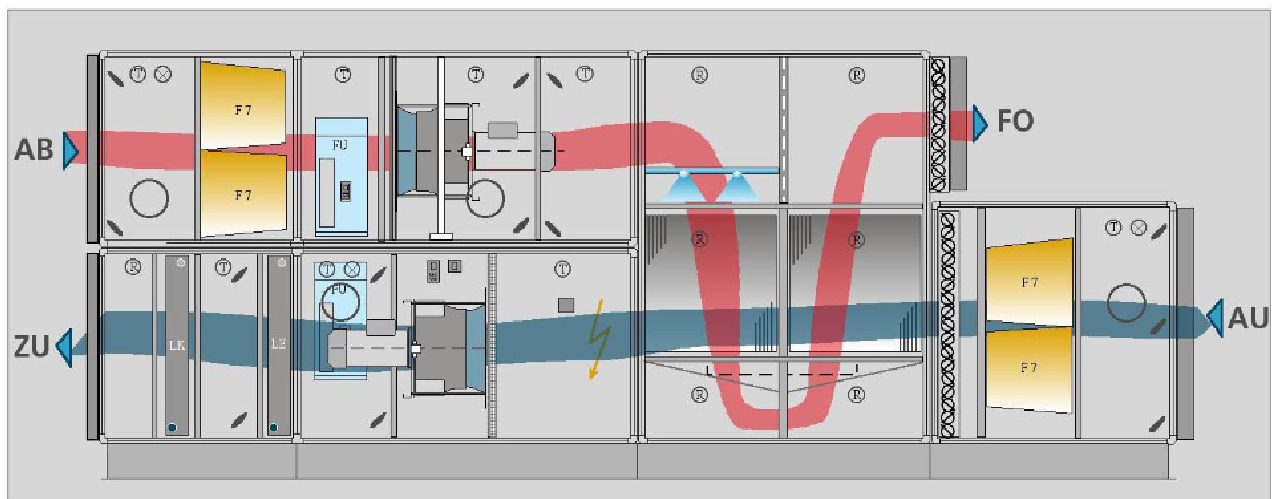
Kühlung

Kühlung durch Reversible Wärmepumpe betrieben durch Geothermie oder Eisspeicher.

Das Problem dabei ist nicht die Wärmepumpe sondern die Ausbringung der Kälte. Eine Ausbringung der Kälte durch Bauteilaktivierung (Fußbodenkühlung, Deckenstrahlplatten...) muss sehr behutsam erfolgen, da sonst der Taupunkt unterschritten wird und Kondensat auftritt. In der Praxis heißt das, dass die Kühlflächen nicht kälter als 19°C sein dürfen.

Dies ergibt eine Kühlleistung von etwa 30W/m^2 im Gartencenter werden aber 100W/m^2 benötigt.

Eine Kühlung durch eine lufttechnische Anlage wie in Büros, Supermärkten oder ähnlich, installiert ist viel zu teuer und es bleibt das Problem zur Ausbringung von Kälte



Adiabate Kühlung

Meiner Ansicht nach die einzig praktikable Lösung.
Hierbei wird unter Hochdruck Wasser vernebelt und über Ventilatoren im Raum verteilt. Durch die Verdunstung entsteht Kälte.



Die Tröpfchen können natürlich Sinnvollerweise über die Ventilatoren der Lufterhitzer verteilt werden.

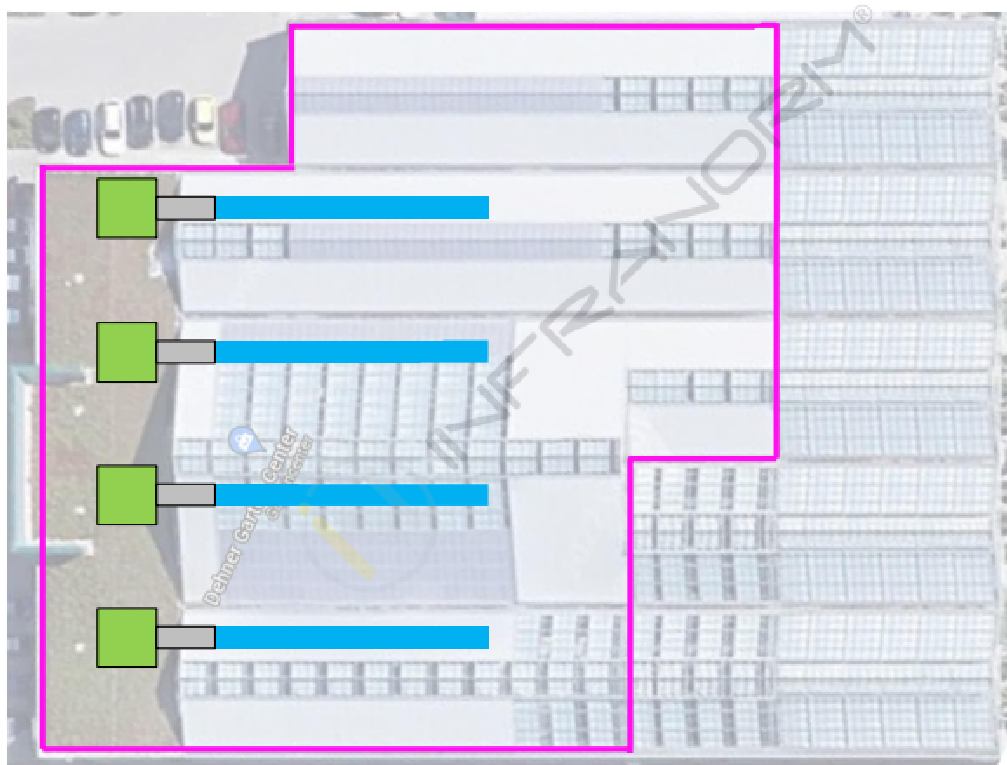
Es wird so fein verdüst das man nicht nass wird (Trockennebel). Es kann nur Trinkwasser verwendet werden das entsalzt und mit einem UV Filter entkeimt wird. Legionellengefahr besteht nicht.



Ein 500m² großen Cafebereich (Bogie) benötigt 50kW Kühlleistung
Ergibt bei adiabater Kühlung die Verneblung von 100ltr. Wasser pro Stunde
um die Temperatur um ca. 10K abzukühlen.

Das Verneblungssystem hat 2016 40tsd € gekostet.
Es werden pro Jahr etwa 50m³ Trinkwasser benötigt.
Das Wasser muss auf max. 4°dH enthärtet werden.
Man braucht also meist eine Osmoseanlage.

Eine interessante Möglichkeit der Kühlung bietet die Firma [Oxycom](#) mit einem
2-stufigen adiabaten Kühlprozess.
Die Auslegung muss durch Experten durchgeführt werden.



5) Beispielmarkt

Der Markt hat einen Wärmebedarf von 600kW (frostfrei 400kW)

Angenommen für folgende Bereiche wird die Ausnahme nach GEG nicht anerkannt:

Büro/Sozial/Küche
Cafe
Markthalle

Diese Bereiche haben zusammen einen Wärmebedarf von 220kW
Das ergibt einen Wärmeverbrauch von 264000kWh/a.

z.B. PV:

Ausgenommen von der Wärmedämmung die natürlich passen muss, müssen 15% des Wärmebedarfs durch PV gedeckt werden. Also 39600kWh.
Das sind bei 1000kWh/m²a 40kWp oder 240m²

Die Dachfläche (Seite 10) die realistisch mit PV belegt werden kann sind 480m²
(ohne Parkplatz) $480:6 = 80\text{kWp}$. Die Ausrichtung ist Süd Ost also $\cdot 0.8$
 $= 64\text{kWp}$
(6m² PV = 1kWp)
(PV Anlage sollten max. 30° nach SO oder SW geneigt sein)

Pro kWp erhält man pro Jahr etwa 1000kWh.

Ergibt $64 \cdot 1000\text{kWh}$ ergibt 64000kWh.

Das reicht für die Beheizung für die geforderten 15% des Wärmebedarfs.
Wer heizt mit PV Strom?

Sinnvoller ist es den Strom für eine Wärmepumpe zu benutzen.
Genutzt mit einer Wärmepumpe mit Leistungszahl 3
ergibt $64000 \cdot 3 = 192000\text{kWh}$.

Gefordert sind die Abdeckung von 50% des Wärmebedarfs bei Einsatz einer Wärmepumpe (auch Geothermie). Reicht also auch.

Alternativ ohne den zwingenden Einsatz einer Wärmepumpe ist eine

Hybrid-Heizung

In diesem Fall Pelletsheizung als Grundheizung und Gasheizung als Spitzenlast.
Das wäre etwa (1/3 zu 2/3) 200kW Pellets und 400kW Gasbrennwert.
Aus Sicherheitsgründen aber
400kW Pellets und 400kW Gas (frostfrei)

Alternative nur Gas
Gasbrennwertkessel mit Biomethan und BHKW mit Biogas

Im Beispiel markt wäre auch eine weitere Kombination denkbar.
Ölkessel + Gaskessel + PV + Wärmepumpe.
Das ist regenerativ und betriebsicher.

oder

Fernwärmeanschluss mit regenerativ erzeugter Fernwärme und ein Ölkessel als
Backupsystem.