

# Wärmekonzept Meddingheide II

Ausschuss für Umwelt, Planen und Bauen,  
06.02.2019

Quelle: Shutterstock, Vororthaeuser\_shutterstock\_425561287\_RikoBest

# Neubaugebiet Meddingheide II

Städtebaulicher Entwurf



Quelle: Büro RaumPlan Architektur Stadt- und Umweltplanung

# Qualitative Bewertung möglicher Techniken

Bewertung für den Einsatz in  
einer Einfamilienhaus-  
Neubausiedlung

|                                      | Verfügbarkeit | Anlagentechnik | Betriebsaufwand | Transportaufwand | Investitionskosten | Brennstoffkosten | CO <sub>2</sub> -Emissionen | Feinstaub-Emissionen | Platzbedarf | Akzeptanz | Gesamt |
|--------------------------------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------|-----------|--------|
| Zentrale Versorgung - Nahwärme       |               |                |                 |                  |                    |                  |                             |                      |             |           |        |
| Holzhackschnitzel                    | mittel        | hoch           | mittel          | hoch             | hoch               | mittel           | mittel                      | mittel               | hoch        | mittel    | mittel |
| Holzpellet                           | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| KWK Erdgas                           | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| KWK Bio(Erd-)gas                     | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | hoch             | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Luft-Wärmepumpe                      | hoch          | hoch           | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Erd-Wärmepumpe (Sonde/Kollektor)     | hoch          | hoch           | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Wärmepumpe Eisspeicher               | hoch          | hoch           | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Wasser-Wärmepumpe (Brunnen/Gewässer) | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Erdgas                               | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | hoch                        | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Dezentrale Versorgung je Gebäude     |               |                |                 |                  |                    |                  |                             |                      |             |           |        |
| Holzhackschnitzel                    | mittel        | hoch           | hoch            | hoch             | hoch               | mittel           | mittel                      | mittel               | hoch        | mittel    | mittel |
| Holzpellet                           | mittel        | hoch           | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| KWK Erdgas                           | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| KWK Bio(Erd-)gas                     | mittel        | hoch           | mittel          | mittel           | mittel             | hoch             | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Luft-Wärmepumpe                      | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Erd-Wärmepumpe (Sonde/Kollektor)     | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Wärmepumpe Eisspeicher               | hoch          | hoch           | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | hoch        | mittel    | mittel |
| Wasser-Wärmepumpe (Brunnen/Gewässer) | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Erdgas                               | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Ergänzende Systeme                   |               |                |                 |                  |                    |                  |                             |                      |             |           |        |
| Solarthermie                         | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |
| Photovoltaik                         | mittel        | mittel         | mittel          | mittel           | mittel             | mittel           | mittel                      | mittel               | mittel      | mittel    | mittel |

Legende:  niedrig / verfügbar / einfach  
 mittel  
 hoch / nicht verfügbar / aufwändig

# Quantitativer Varianten- vergleich

- Referenzvariante:  
Erdgas-Brennwertkessel und  
Solarthermie
- Dezentrale Lösungen pro  
Gebäude:  
Sole-Wärmepumpe und PV  
Luft-Wärmepumpe und PV
- Zentrale Lösungen mit  
Nahwärmenetz:  
Holzpellet-Kessel  
Erdgas-BHKW und Spitzenlastkessel
- Effizienzstandards der  
Gebäudehülle:  
EnEV 2016  
KfW 40



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage des städtebaulichen Entwurfs des Büros RaumPlan





# Dezentrale Wärme- versorgung

Annahmen der Berechnungen

- Separate Wärmeversorgung jedes Gebäudes (42 EFH)
- Einsatz von Gas-Brennwertkessel und Solarthermie  
Kollektorfläche der Solarthermischen Anlage: 8 m<sup>2</sup>  
Solarer Deckungsgrad: 10 % (Beheizung), 60% (Warmwasserbereitung)
- Einsatz von Luft-Wärmepumpe und PV  
Jahresarbeitszahl der WP: 3,7 (EnEV) bzw. 3,3 (KfW40)  
Kollektorfläche PV: 25 m<sup>2</sup>
- Einsatz von Sole-Wärmepumpe und PV  
Jahresarbeitszahl der WP: 4,2 (EnEV) bzw. 3,9 (KfW40)  
Kollektorfläche PV: 25 m<sup>2</sup>

# Zentrale Wärmeversorgung

Annahmen der Berechnungen

- Die Gebäude werden durch eine Heizzentrale mit Wärme versorgt
- Nahwärmenetz mit einer Länge von ca. 500 m
- Wärmeerzeugung:
  - Erdgas-BHKW:  
Leistung:  
40 kW<sub>el</sub>, 70 kW<sub>th</sub> (EnEV),  
20 kW<sub>el</sub>, 35 kW<sub>th</sub> (KfW40)  
Anteil KWK an  
Wärmeerzeugung:  
74% (EnEV), 86% (KfW40)  
Erzeugung der Spitzenlast  
durch Erdgas-Brennwertkessel
  - Holzpellet-Kessel



# Zentrale Wärmeversorgung

Möglicher Leitungsverlauf des Nahwärmenetzes

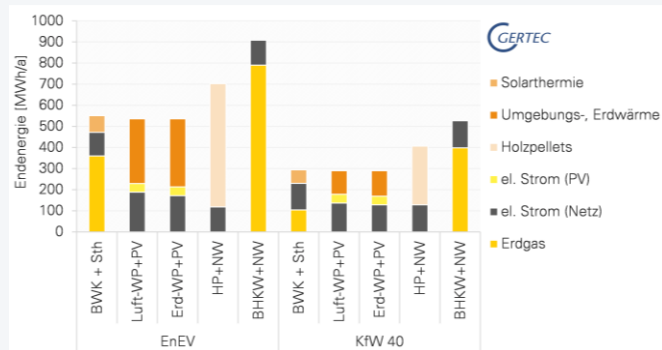
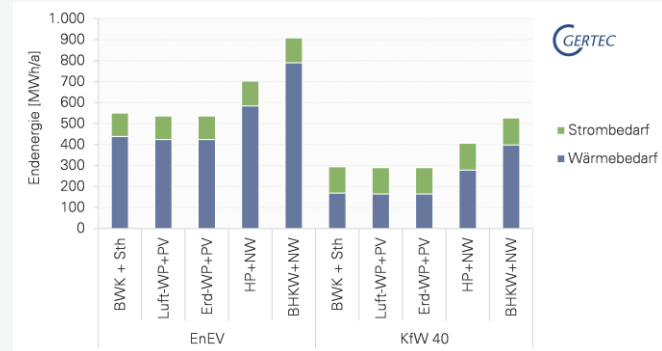


Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage des städtebaulichen Entwurfs des Büros RaumPlan Architektur Stadt- und Umweltplanung

# Energiebilanz: Endenergiebedarf

Energie, die zur Wärme- und Stromerzeugung in den Gebäuden der Siedlung bzw. in der Heizzentrale eingesetzt wird

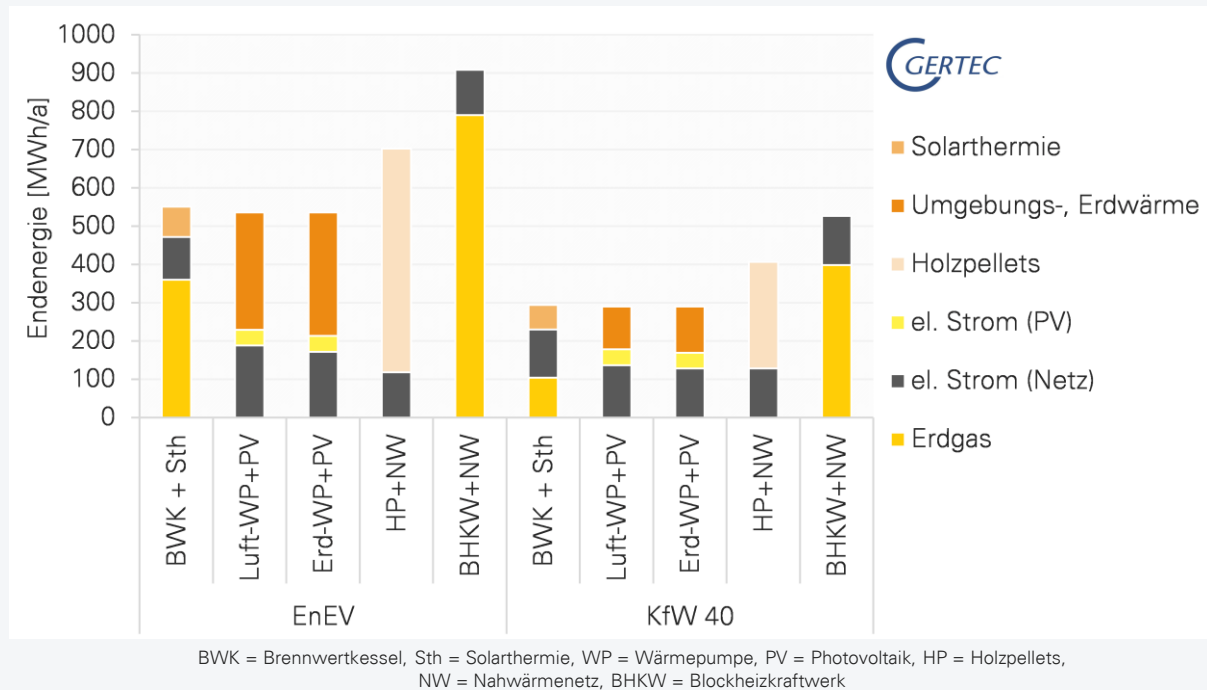
- Bilanzierung des Endenergiebedarfs zur Beheizung, zur Warmwasserbereitung, des elektrischen Stroms (Einsatz von Elektrogeräten, Beleuchtung, Hilfsenergien der Wärmeerzeugung)
- Endenergiebedarf der dezentralen Systeme ist deutlich geringer als der der zentralen Systeme  
Gründe: Wärmeverluste des Nahwärmenetzes, KWK bei Einsatz des BHKW
- Bei Gebäuden nach EnEV-Standard ist der Wärmebedarf wichtigster Anteil des Endenergiebedarfs



BWK = Brennwärtekessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Endenergiebedarf nach Energieträgern

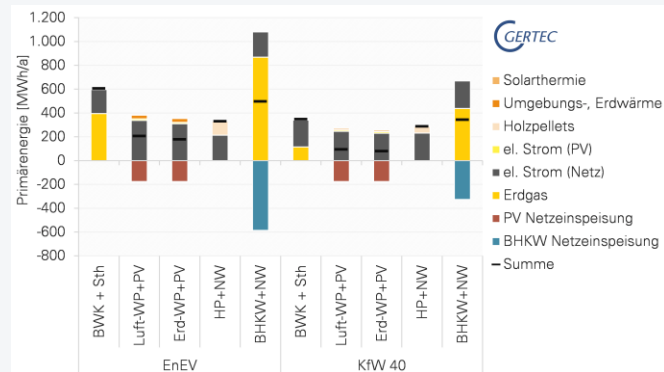
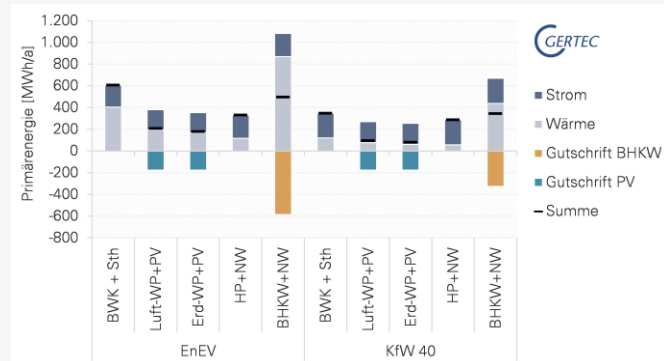
Energie, die zur Wärme- und Stromerzeugung in den Gebäuden der Siedlung bzw. in der Heizzentrale eingesetzt wird



# Energiebilanz: Primärenergie- bedarf

Energiebedarf incl. aller  
Vorketten der  
Energieerzeugung für den  
Wärme- und Strombedarf der  
Siedlung

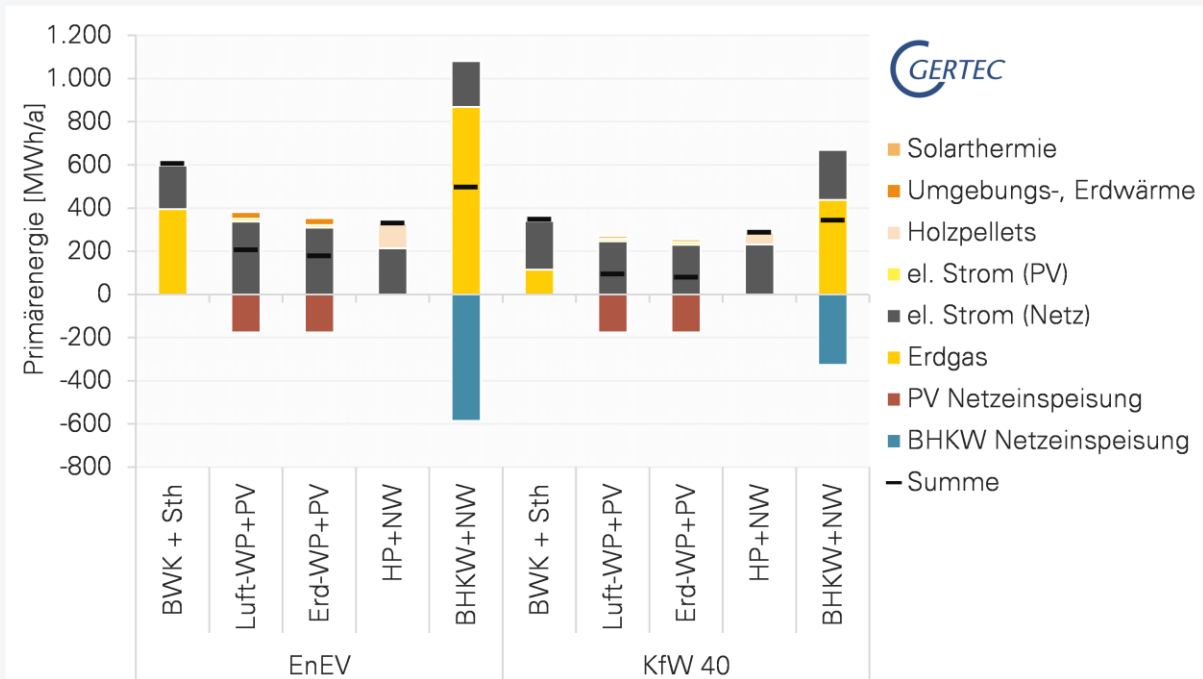
- Einspeisung von PV- und BHKW-Strom durch Gutschriften berücksichtigt
- Systeme mit Wärmepumpen weisen niedrigste Primärenergiebedarfe auf
- Relevanz der Stromerzeugung steigt aufgrund energieintensiver Vorketten
- Höchste Primärenergiebedarfe durch Einsatz von Brennwertkessel mit Solarthermie und Nahwärme mit BHKW



BWK = Brennwertkessel, Sth = Solarthermie,  
WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets,  
NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Primärenergie- bedarf nach Energieträgern

Energiebedarf incl. aller  
Vorketten der  
Energieerzeugung für den  
Wärme- und Strombedarf der  
Siedlung

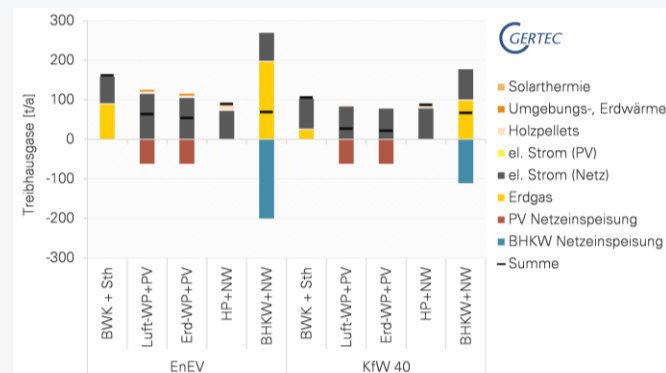
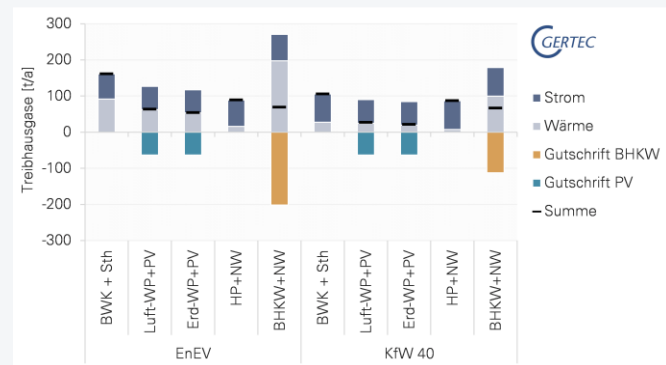


BWK = Brennwertkessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets,  
NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Bilanz der Treibhausgas-emissionen

Treibhausgas-Emissionen der Energieerzeugung incl. aller Vorketten für den Wärme- und Strombedarf der Siedlung

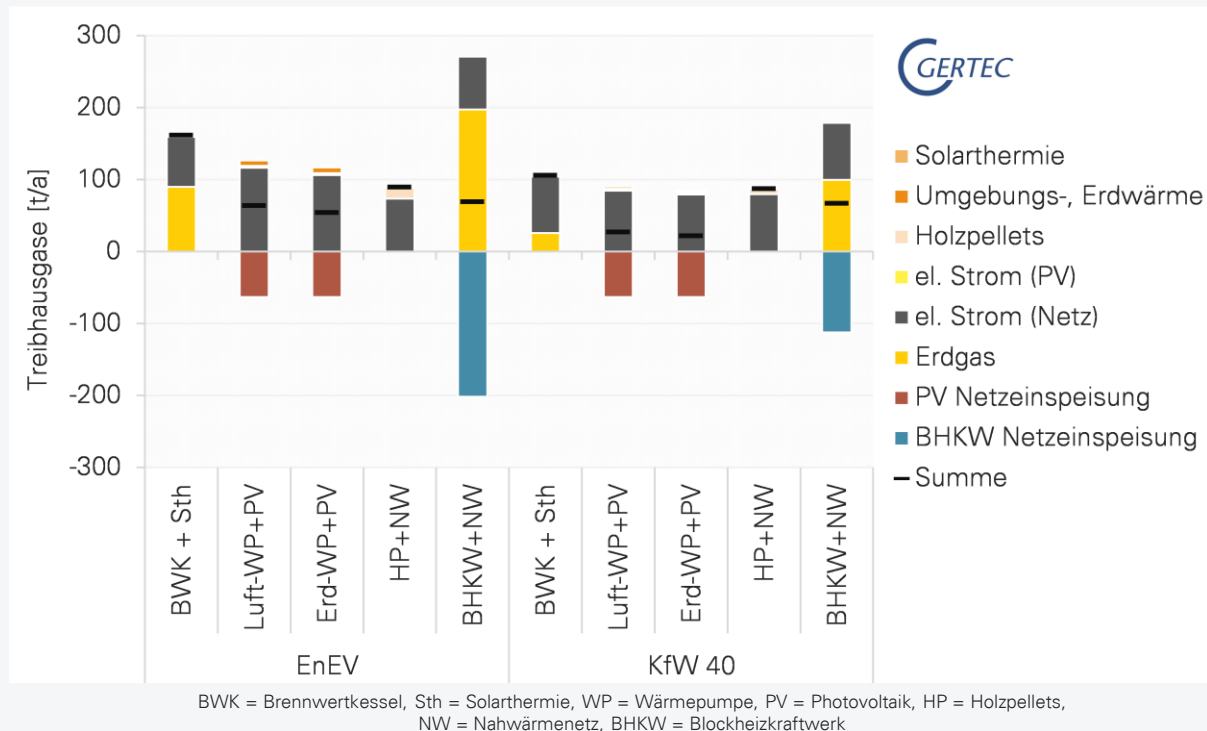
- Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen
- Niedrigste Emissionen resultieren aus dem Einsatz von WP und BHKW
- Durch Einspeisung des Stroms kann ein großer Teil der Emissionen des BHKW kompensiert werden
- Elektrischer Strom ist bei den meisten Systemen im Hinblick auf die Emissionen der wichtigste Energieträger



BWK = Brennwärtekessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Treibhausgas-Emissionen nach Energieträgern

Treibhausgas-Emissionen der Energieerzeugung incl. aller Vorketten für den Wärme- und Strombedarf der Siedlung



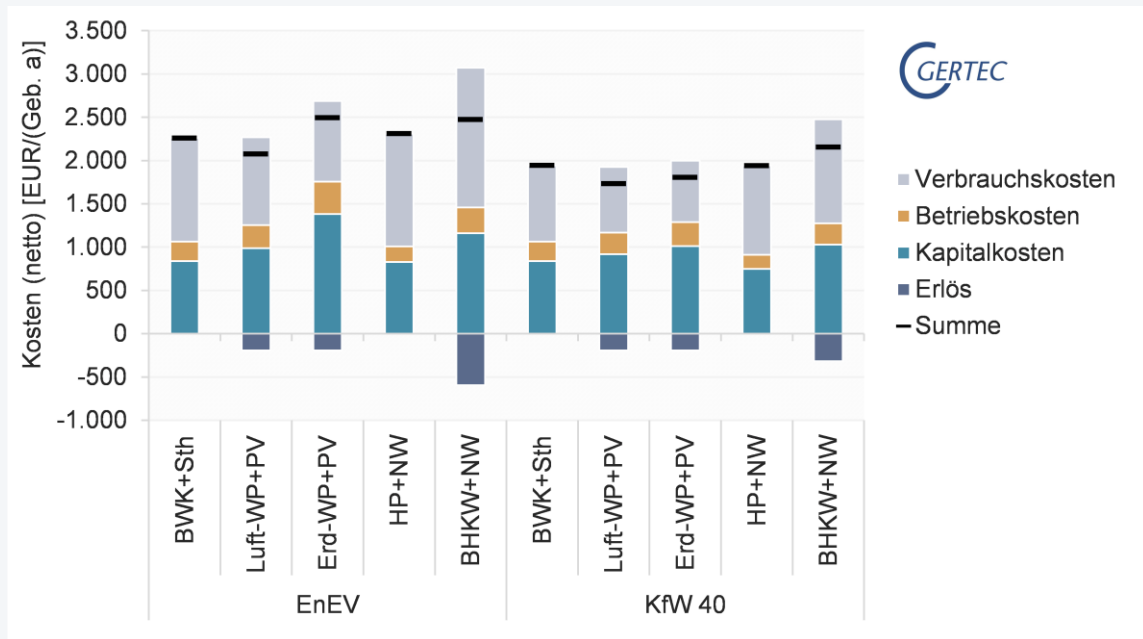
# Wirtschaftlichkeit der Energie- versorgung

Grobe Bewertung der Systeme  
aufgrund eigener Einschätzung  
und durchschnittlicher  
Kennwerte

- Berechnung von Annuitäten
  - Kapitalkosten, Betriebskosten, Verbrauchskosten der Wärme- und Stromversorgung der Gebäude
  - Erlöse der Strom-Einspeisung
- Kalkulationszinssatz: 4%
- Angenommene Nutzungsdauern der Wärmeerzeuger:
  - Dezentrale Wärmeerzeugung: 20 Jahre
  - Nahwärmenetz und Hausanschluss: 30 Jahre
  - Zentrale Wärmeerzeuger (Pellet-Kessel, Gas-Brennwertkessel): 18 Jahre
  - Erdgas-BHKW: 12 Jahre

# Wirtschaftlichkeit der Energieversorgung

Grobe Bewertung der Systeme aufgrund eigener Einschätzung und durchschnittlicher Kennwerte



BWK = Brennwertkessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

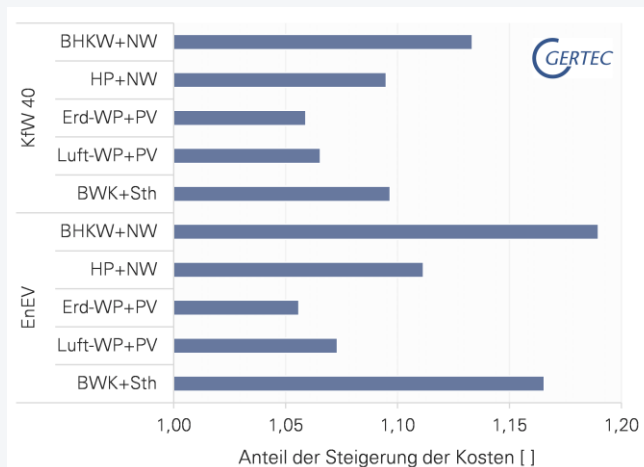
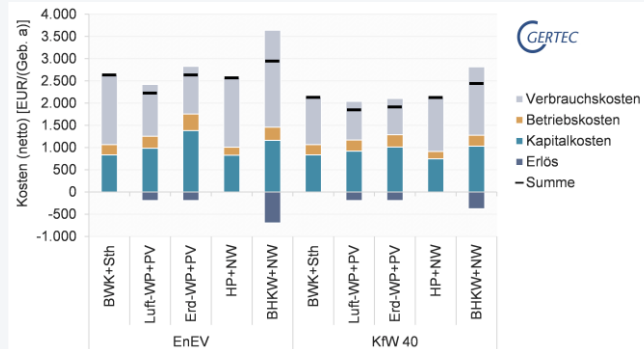
# Förder- programme

- **BAFA: Heizen mit erneuerbaren Energien – Marktanreizprogramm**  
Wärmepumpen: Gefördert werden effiziente Wärmepumpen-Anlagen (im Neubau JAZ von mind. 4,5) bis max. 100 kW Nennwärmeleistung  
Biomasse: Innovationsförderung bei Neubauten für Anlagen mit einer Nennwärmeleistung von 5 kW bis 100 kW, die über Brennwertnutzung bzw. über eine Einrichtung zur Staubminderung (Partikelabscheider) verfügen
- **KfW: Erneuerbare Energien – Standard**  
Darlehen u.a. für Investitionen in Stromerzeugungsanlagen, die die Anforderungen des EEG erfüllen, Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien und Wärmenetze
- **KfW: Erneuerbare Energien - Premium**  
Darlehen und Tilgungszuschuss u.a. für Wärmenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden  
Darlehen und Tilgungszuschuss u.a. für die Errichtung automatisch beschickter Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse mit einer installierten Nennwärmeleistung von mind. 100 kW
- **[KfW: Energieeffizient Bauen]**  
Darlehen und Tilgungszuschuss für den Bau von KfW-Effizienzhäusern

# Sensitivitätsanalyse

*Einflussfaktor: Preissteigerung*  
Grobe Bewertung der Systeme aufgrund eigener Einschätzung und durchschnittlicher Kennwerte

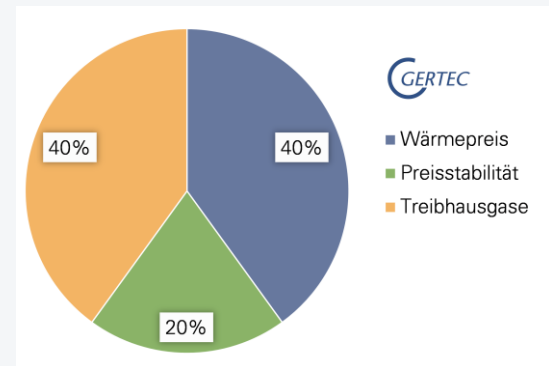
- Bewertung der Auswirkungen höherer Energiepreise auf die Kosten der Wärmeversorgung
- Angenommene Preissteigerungen:  
Erdgas: 50%  
Strom (Strombörse): 50%  
Strom (Endkunde): 15%  
Holzpellets: 25%
- Es ergeben sich Erhöhungen der Kosten der Wärme- und Stromversorgung um 6% (Erd-WP mit PV) bis 19% (BHKW)



# Nutzwertanalyse

Qualitative Bewertung nach  
Punktwertverfahren

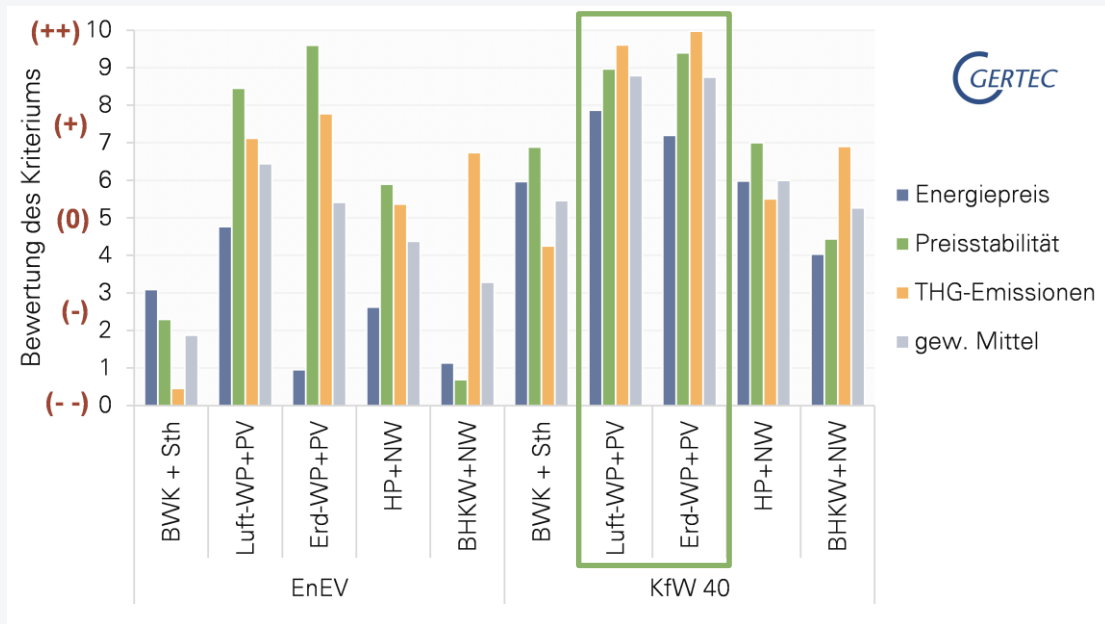
- Vergleich der Systeme durch  
Bewertung der Kriterien:  
Wärmepreis  
Preisstabilität  
Treibhausgas-Emissionen
- Skalierung der Bewertung  
jedes Kriteriums von 0 bis 10  
Punkten
- Gesamtbewertung durch  
Berechnung eines gewichteten  
Mittels der Bewertungen aller  
Kriterien



| Bewertung            | Punktzahl |
|----------------------|-----------|
| ausgezeichnet (++)   | 10        |
| gut (+)              | 7,5       |
| durchschnittlich (0) | 5         |
| ausreichend (-)      | 2,5       |
| schwach (- -)        | 0         |

# Ergebnisse der Nutzwertanalyse

Die dezentralen Systeme mit Wärmepumpe und PV erzielen die höchsten Bewertungen



BWK = Brennwärerkessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Energiebilanzen mit Einsatz von PV

Modellhafter Variantenvergleich

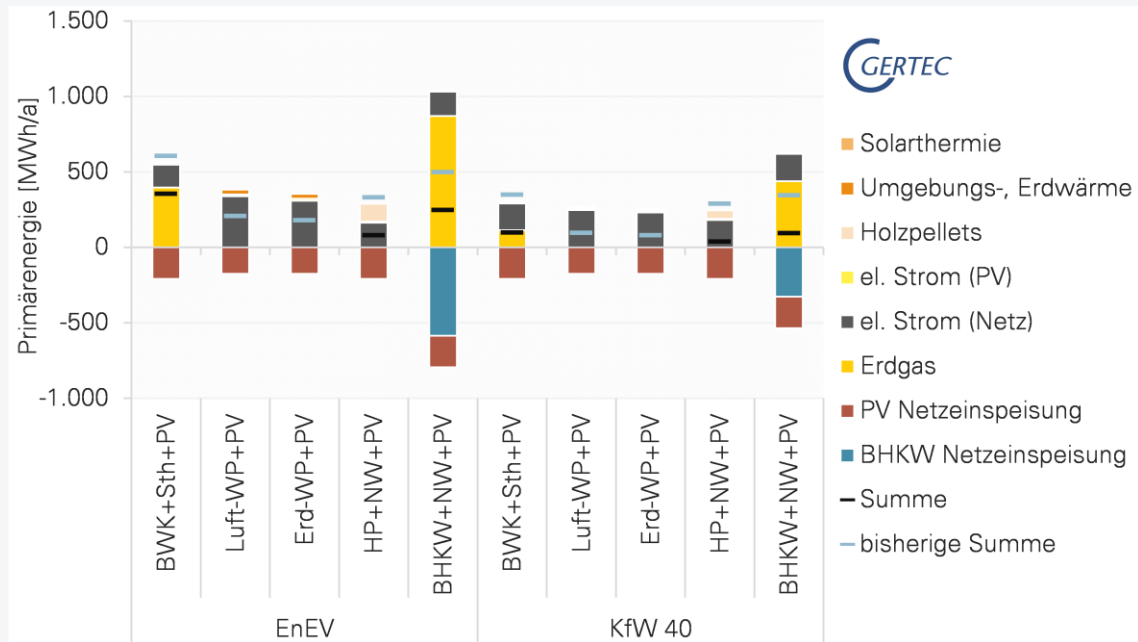
- Installation von PV-Anlagen auf allen Gebäuden in allen Varianten:  
Erdgas-Brennwertkessel,  
Solarthermie und PV,  
Luft-Wärmepumpe und PV,  
Sole-Wärmepumpe und PV,  
Nahwärmenetz, Holzpellet-Kessel und PV,  
Nahwärmenetz, BHKW,  
Spitzenlastkessel und PV
- Anteiliger Eigenverbrauch des PV-Stroms und Einspeisung des Überschusses in allen Varianten



Quelle: Pixabay: Photovoltaik\_Pixabay\_2138992\_andreas160578

# Primärenergie- bedarf

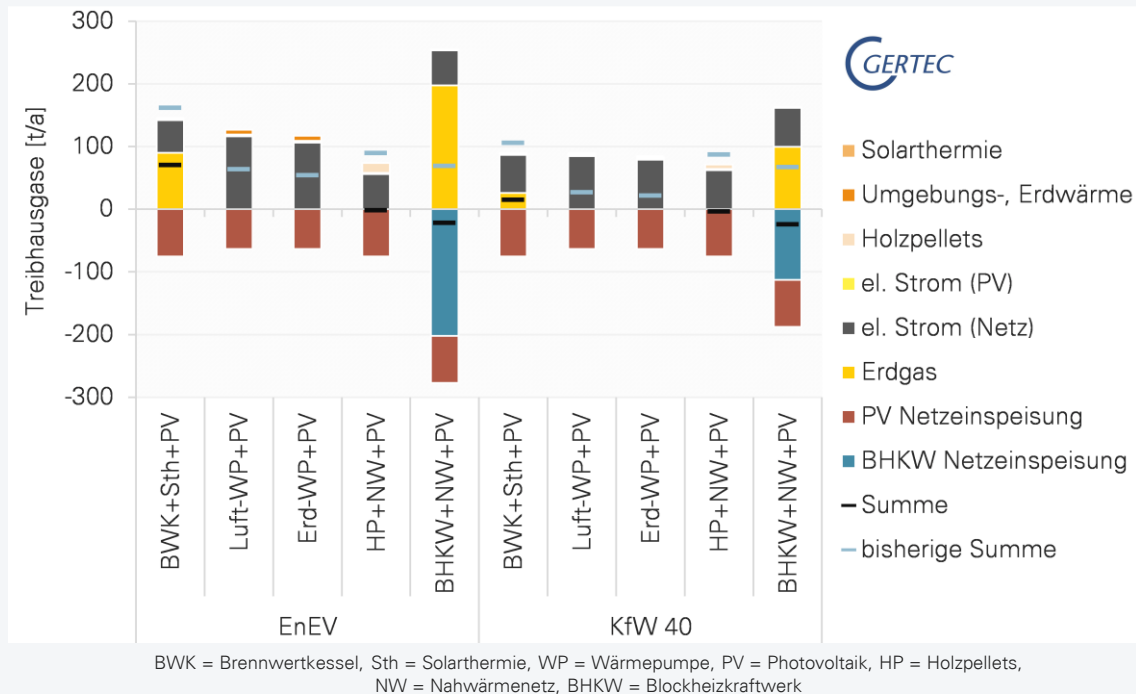
Vergleich des  
Primärenergiebedarfs mit und  
ohne PV in allen Varianten



BWK = Brennwärtekessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

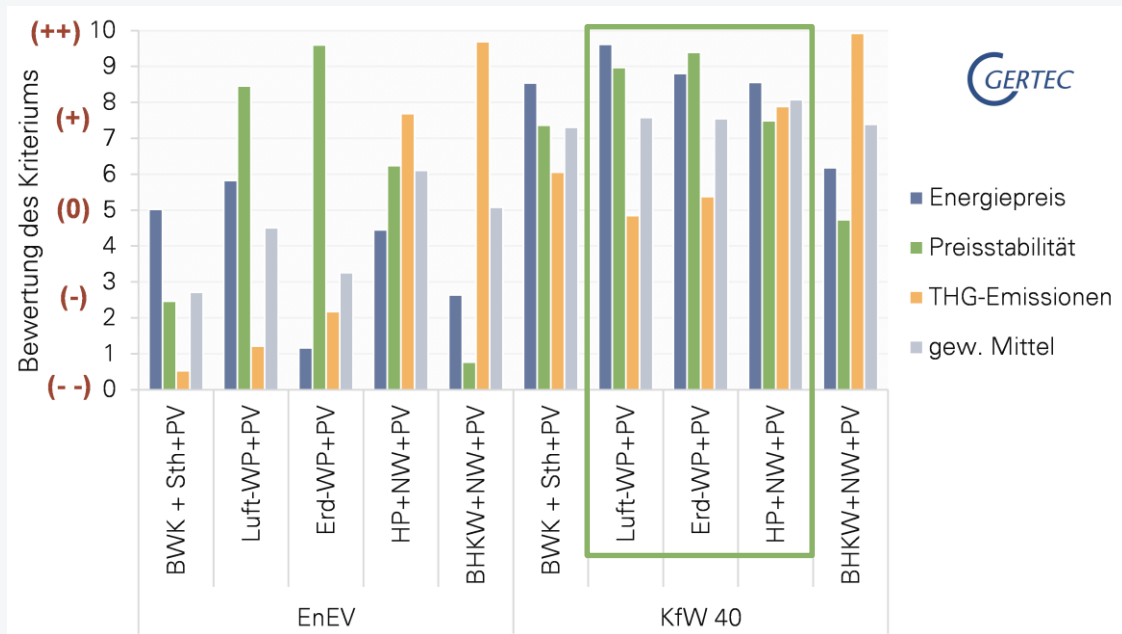
# Treibhausgas- emissionen

Vergleich der  
Treibhausgasemissionen mit  
und ohne PV in allen Varianten



# Nutzwertanalyse

Das Nahwärmenetz mit Holzpellet-Kessel und die dezentralen Systeme mit Wärmepumpe erzielen die höchsten Bewertungen, dicht gefolgt von den anderen Systemen.

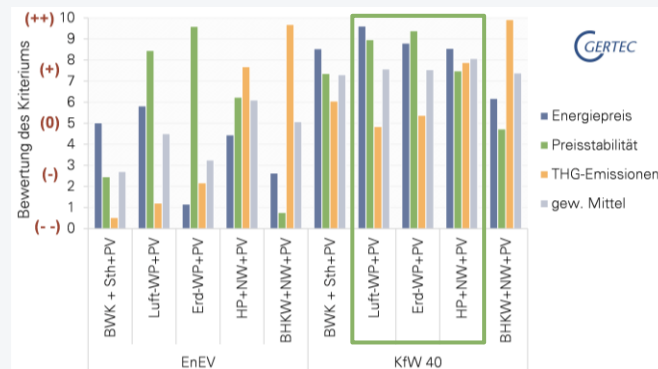
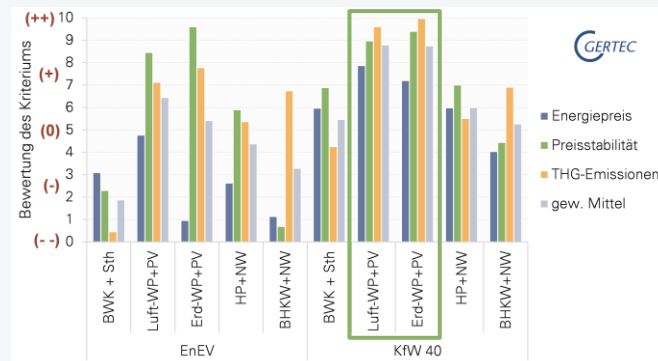


BWK = Brennwärerkessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Nutzwert- analysen

Ergebnisse im Überblick

- Dezentrale Wärmepumpen haben beste Bewertungen bei Energiepreisen und Preisstabilität
- Effizienzstandards der Gebäude sind wichtiger Einflussfaktor auf die Energiepreise und THG-Emissionen der Energieversorgung
- Bei Einsatz von Wärmepumpen besteht besonderer Anreiz zur Installation von PV



BWK = Brennwertkessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!