



# Wärmekonzept Meddingheide II

Ausschuss für Umwelt, Planen und Bauen,  
06.02.2019

Quelle: Shutterstock, Vororthaeuser\_shutterstock\_425561287\_RikoBest





# Neubaubereich 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
<b>Zentrale Versorgung - Nahwärme</b>											
Holz hackschnitzel	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Orange	Red	Orange	Orange
Holz pellet	Green	Orange	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange	Green
KWK Erdgas	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Green	Orange
KWK Bio(Erd-)gas	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Luft-Wärmepumpe	Red	Red	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange
Erd-Wärmepumpe (Sonde/Kollektor)	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Green	Orange
Wärmepumpe Eisspeicher	Red	Red	Orange	Orange	Red	Orange	Orange	Green	Orange	Green	Orange
Wasser-Wärmepumpe (Brunnen/Gewässer)	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange
Erdgas	Green	Orange	Green	Green	Green	Orange	Red	Green	Orange	Green	Green
<b>Dezentrale Versorgung je Gebäude</b>											
Holz hackschnitzel	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Orange	Red
Holz pellet	Green	Red	Red	Orange	Red	Orange	Green	Red	Orange	Orange	Orange
KWK Erdgas	Green	Red	Orange	Green	Red	Orange	Green	Orange	Orange	Green	Orange
KWK Bio(Erd-)gas	Green	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Luft-Wärmepumpe	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange
Erd-Wärmepumpe (Sonde/Kollektor)	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Green	Green
Wärmepumpe Eisspeicher	Red	Red	Red	Green	Red	Orange	Orange	Green	Red	Orange	Red
Wasser-Wärmepumpe (Brunnen/Gewässer)	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Orange	Orange
Erdgas	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green
<b>Ergänzende Systeme</b>											
Solarthermie	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Photovoltaik	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green

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

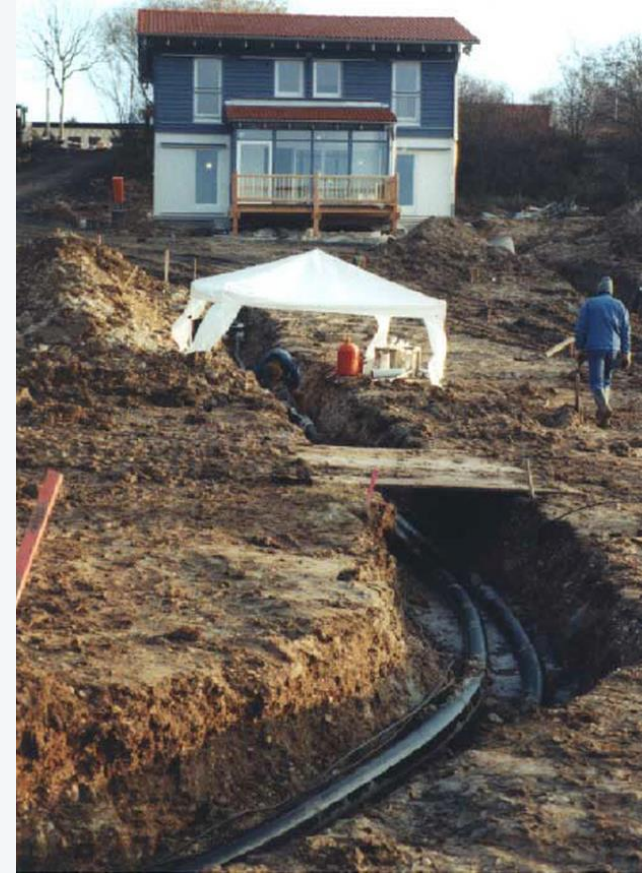
Annahmen der Berechnungen

- 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

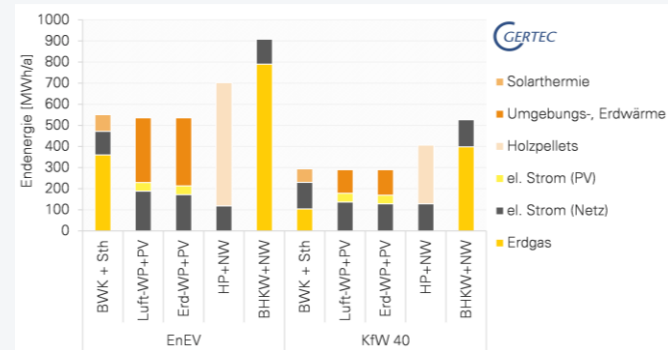
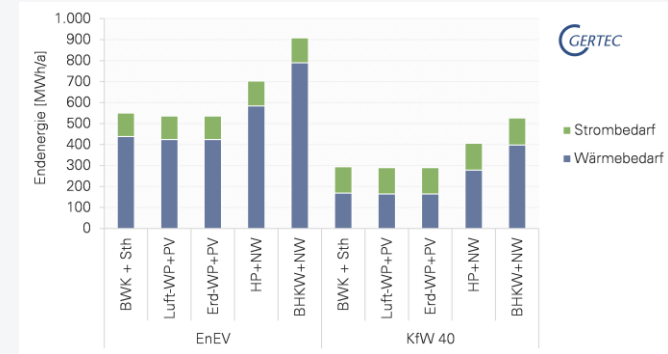


Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage des städtebaulichen Entwurfs des Büros RaumPlan Architektur Stadt- und Umweltplanung

# 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

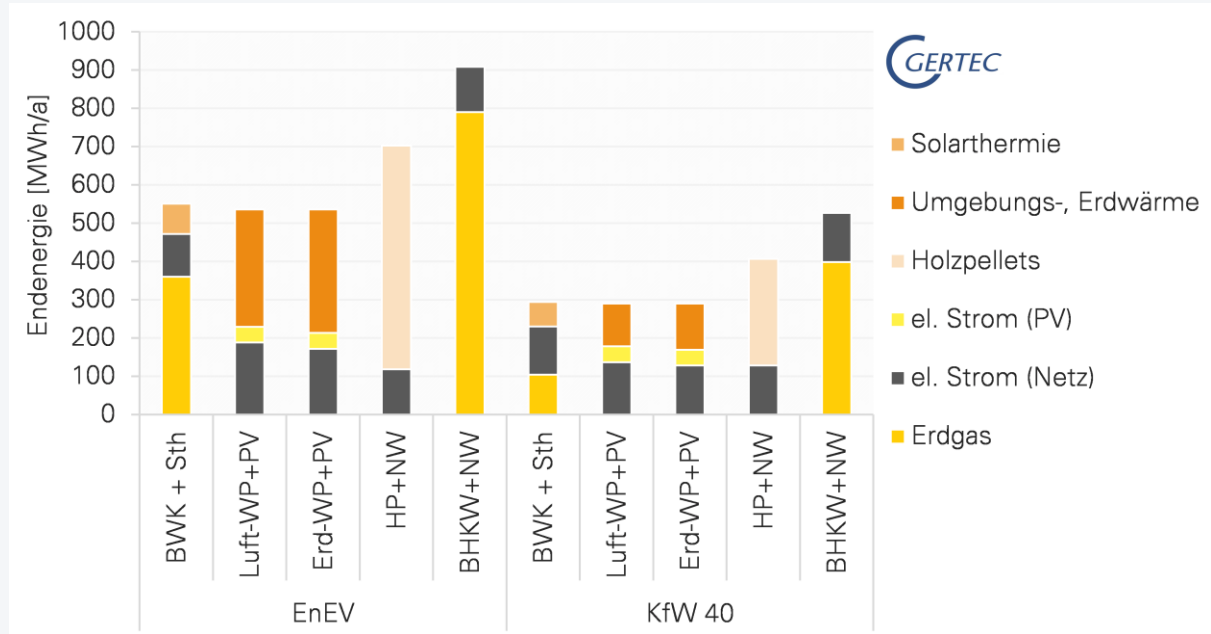


BWK = Brennwertkessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk



# Endenergiebedarf nach Energieträgern

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

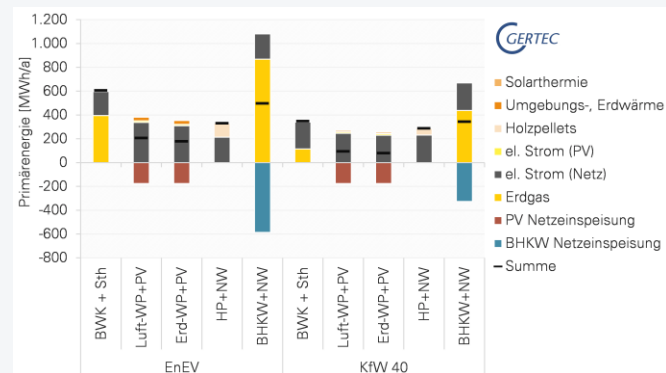
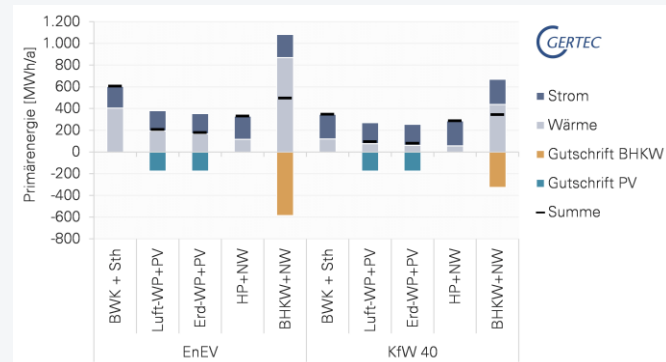


BWK = Brennwertkessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Energiebilanz: Primärenergie- bedarf

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

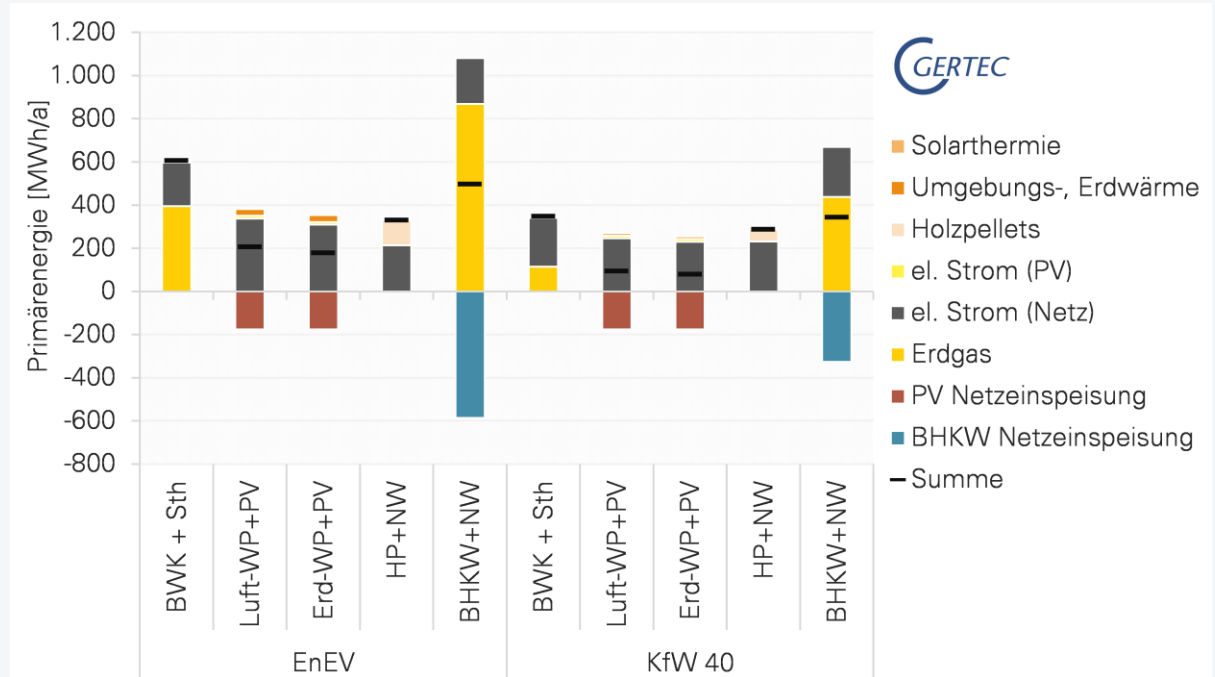
- Einspeisung von PV- und BHKW-Strom durch Gutschriften berücksichtigt
- Systeme mit Wärmepumpen weisen niedrigste Primärenergiebedarfe auf
- Relevanz der Stromerzeugung steigt aufgrund energieintensiver Vorketten
- Höchste Primärenergiebedarfe durch Einsatz von Brennwertkessel mit Solarthermie und Nahwärme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

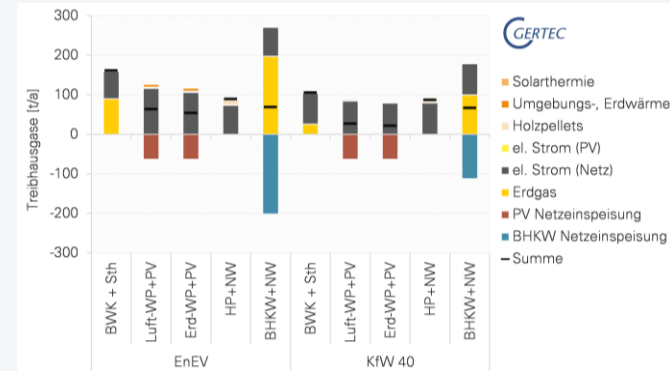
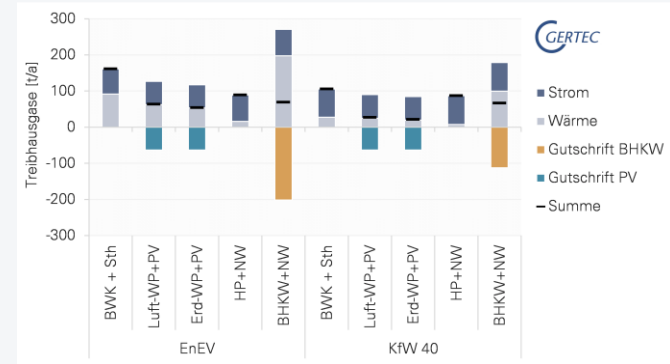


BWK = Brennwärtekessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

# Bilanz der Treibhausgas-emissionen

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

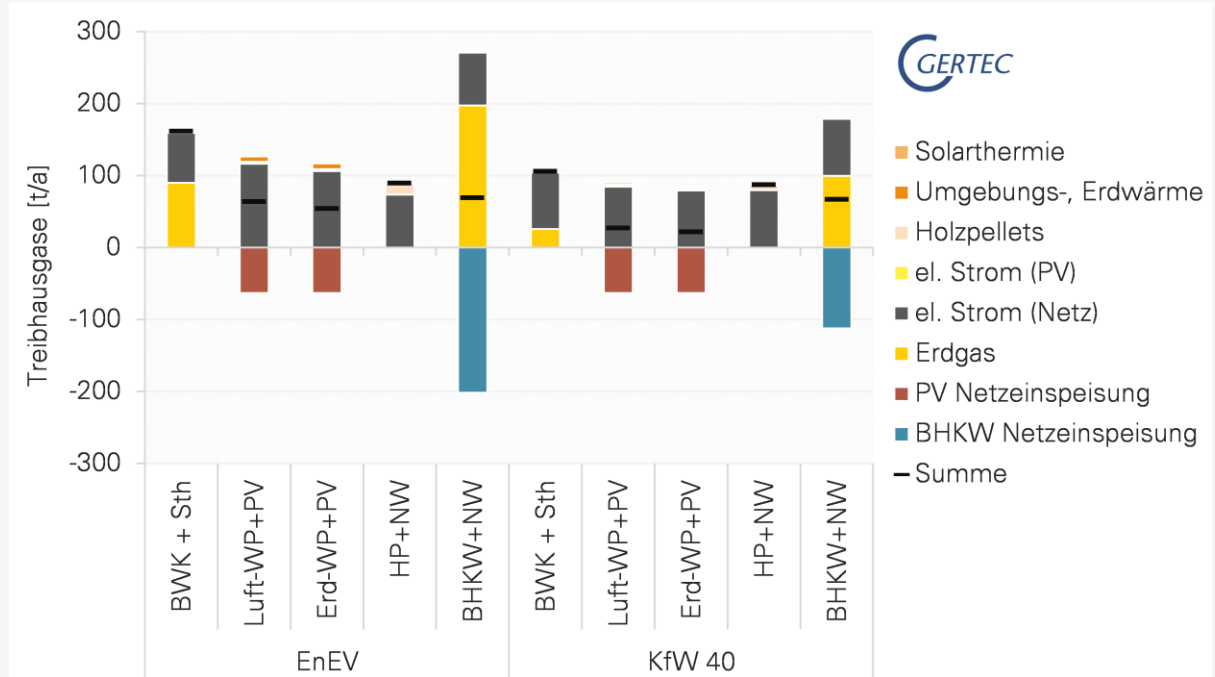
- Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen
- Niedrigste Emissionen resultieren aus dem Einsatz von WP und BHKW
- Durch Einspeisung des Stroms kann ein großer Teil der Emissionen des BHKW kompensiert werden
- Elektrischer Strom ist bei den meisten Systemen im Hinblick auf die Emissionen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



BWK = Brennwertkessel, 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



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



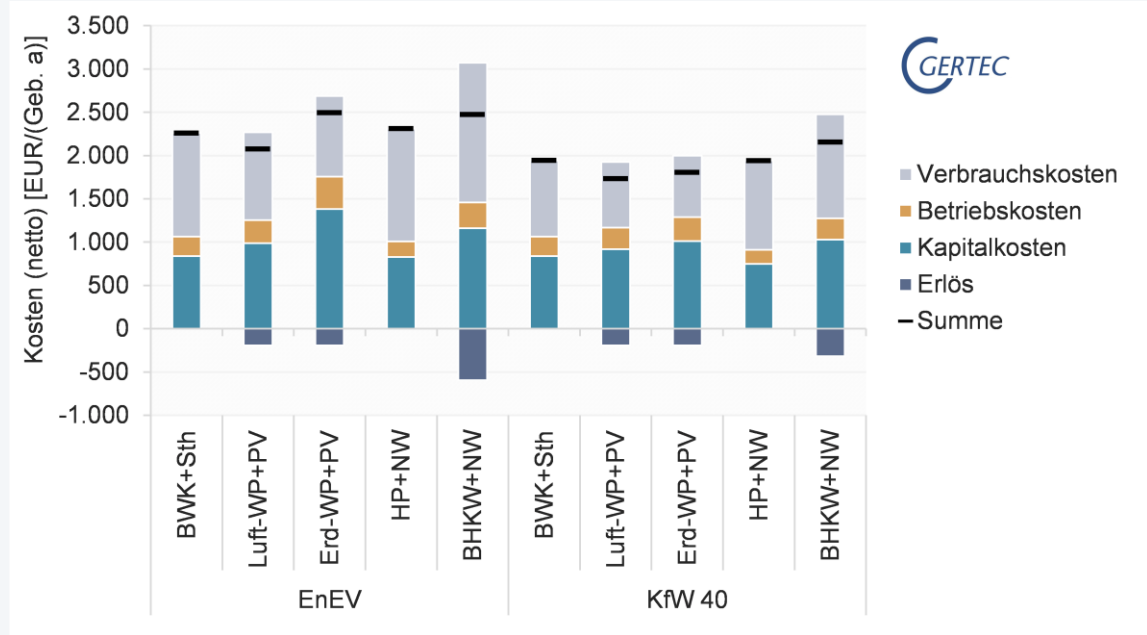
# Wirtschaftlichkeit der Energie- versorgung

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



# Förder- programme

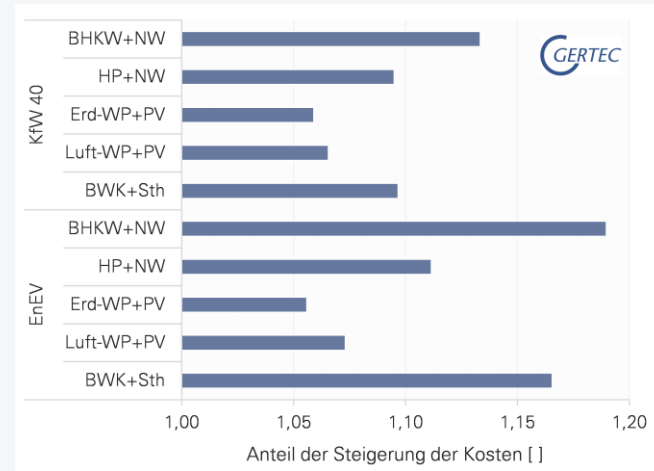
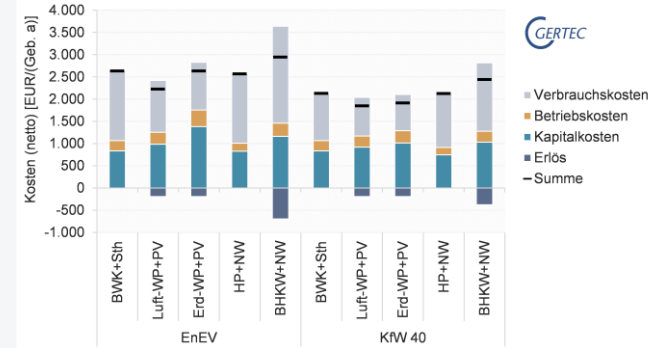
- **BAFA: Heizen mit erneuerbaren Energien – Marktanreizprogramm**  
Wärmepumpen: Gefördert werden effiziente Wärmepumpen-Anlagen (im Neubau JAZ von mind. 4,5) bis max. 100 kW Nennwärmeleistung  
Biomasse: Innovationsförderung bei Neubauten für Anlagen mit einer Nennwärmeleistung von 5 kW bis 100 kW, 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

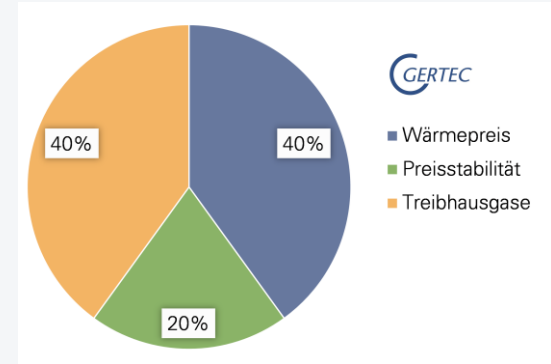
- Bewertung der Auswirkungen höherer Energiepreise auf die Kosten der Wärmeversorgung
- Angenommene Preissteigerungen:  
 Erdgas: 50%  
 Strom (Strombörse): 50%  
 Strom (Endkunde): 15%  
 Holzpellets: 25%
- Es ergeben sich Erhöhungen der Kosten der Wärme- und Stromversorgung um 6% (Erd-WP mit PV) bis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



# Nutzwertanalyse

Qualitative Bewertung nach  
Punktwertverfahren

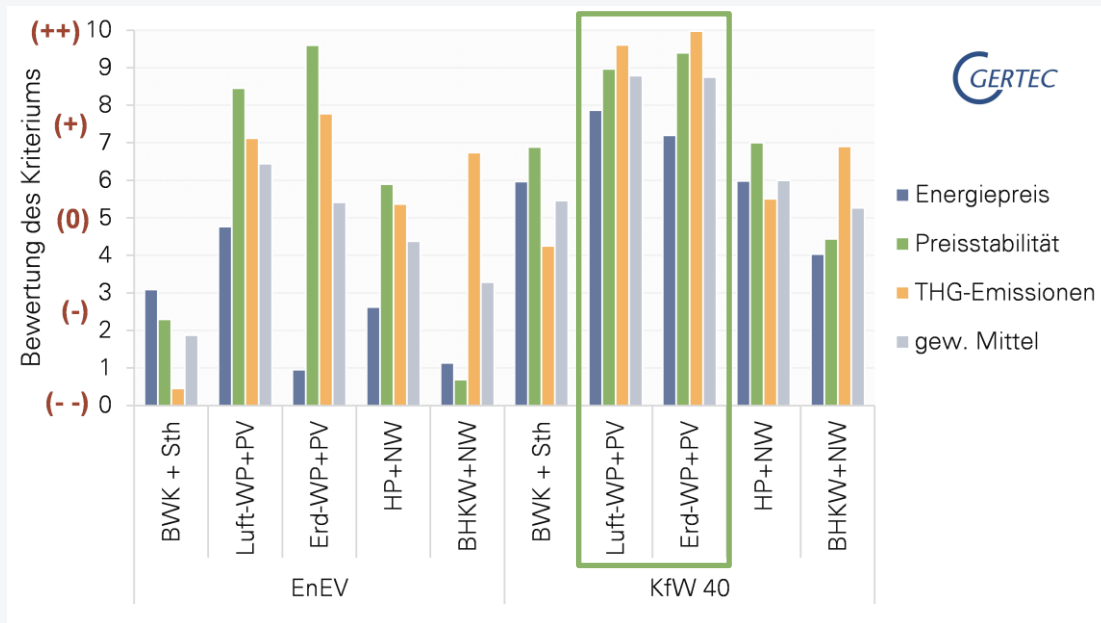
- Vergleich der Systeme durch Bewertung der Kriterien:
  - Wärmepreis
  - Preisstabilität
  - Treibhausgas-Emissionen
- Skalierung der Bewertung jedes Kriteriums von 0 bis 10 Punkten
- Gesamtbewertung durch Berechnung eines gewichteten Mittels der Bewertungen aller Kriterien



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

# Energiebilanzen mit Einsatz von PV

Modellhafter Variantenvergleich

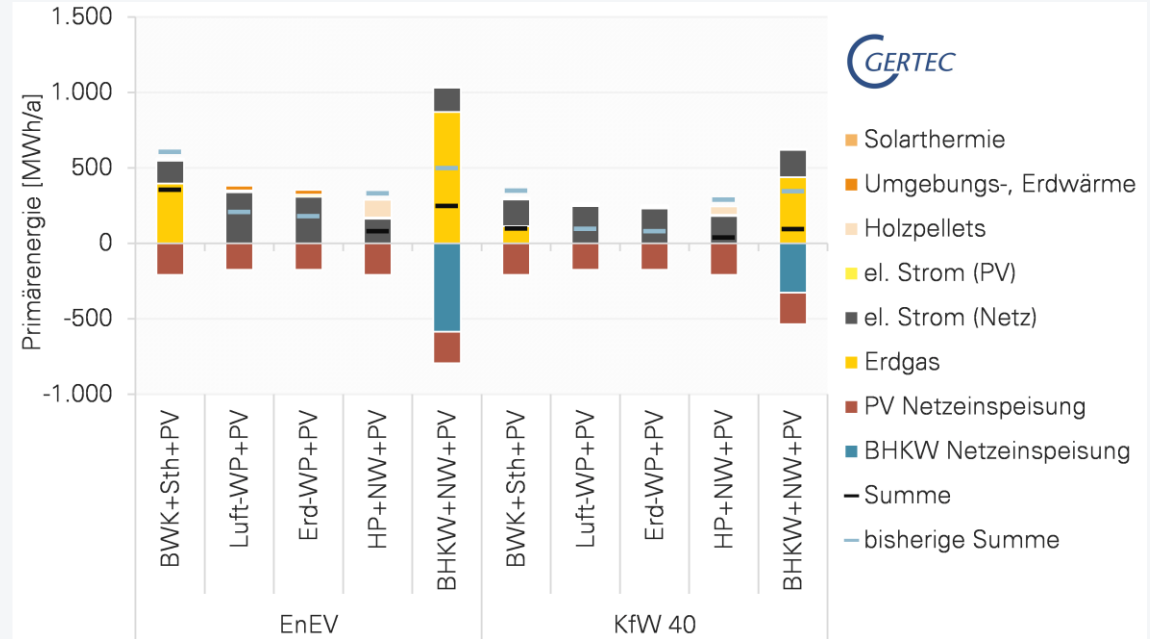
- Installation von PV-Anlagen auf allen Gebäuden in allen Varianten:  
Erdgas-Brennwertkessel,  
Solarthermie und PV,  
Luft-Wärmepumpe und PV,  
Sole-Wärmepumpe und PV,  
Nahwärmenetz, Holzpellet-Kessel und PV,  
Nahwärmenetz, BHKW,  
Spitzenlastkessel und PV
- Anteiliger Eigenverbrauch des PV-Stroms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



Quelle: Pixabay: Photovoltaik\_Pixabay\_2138992\_andreas160578

# Primärenergie- bedarf

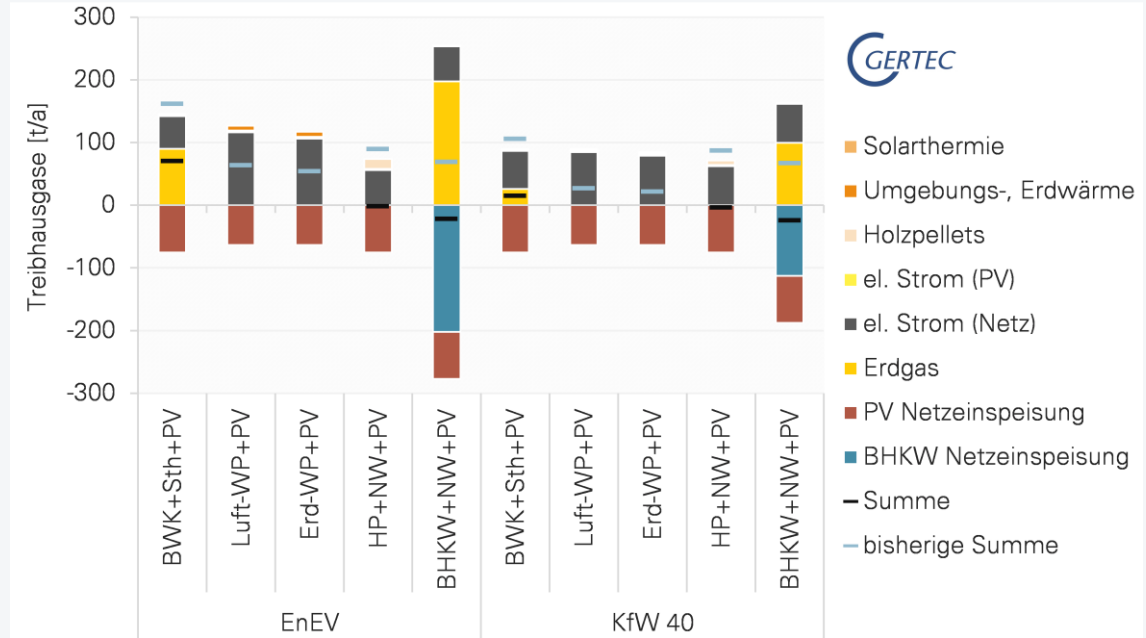
Vergleich des  
Primärenergiebedarfs mit und  
ohne PV in allen Varianten



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

# Treibhausgas- emissionen

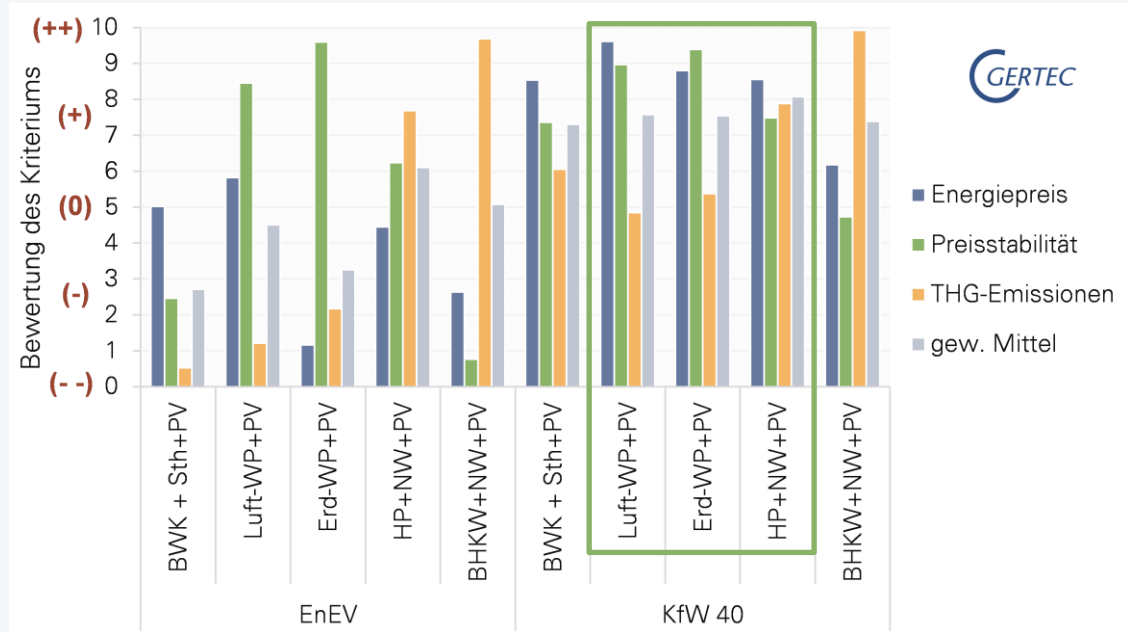
Vergleich der  
Treibhausgasemissionen mit  
und ohne PV in allen Varianten



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

# Nutzwertanalyse

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

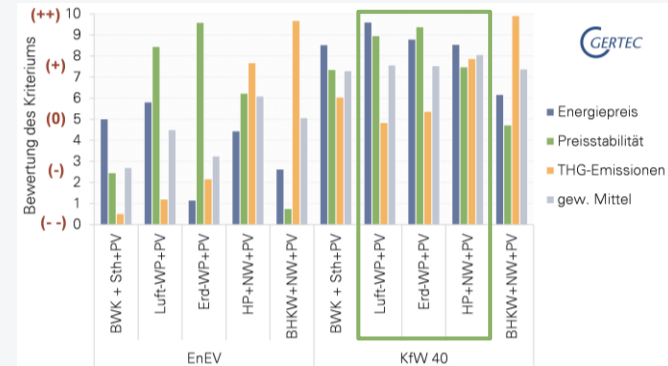
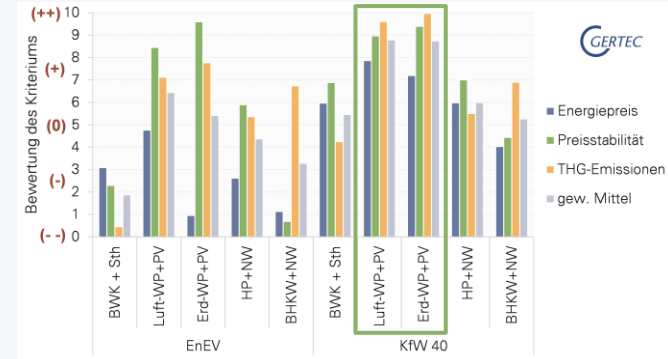


BWK = Brennwärtekessel, Sth = Solarthermie, WP = Wärmepumpe, PV = Photovoltaik, HP = Holzpellets, NW = Nahwärmenetz, BHKW = Blockheizkraftwerk

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





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!