WÄRMEVERSORGUNG EINES NEUBAUGEBIETES IN WARENDORF

Zukunftsfähige Energieversorgung
durch Stadtwerke Warendorf GmbH

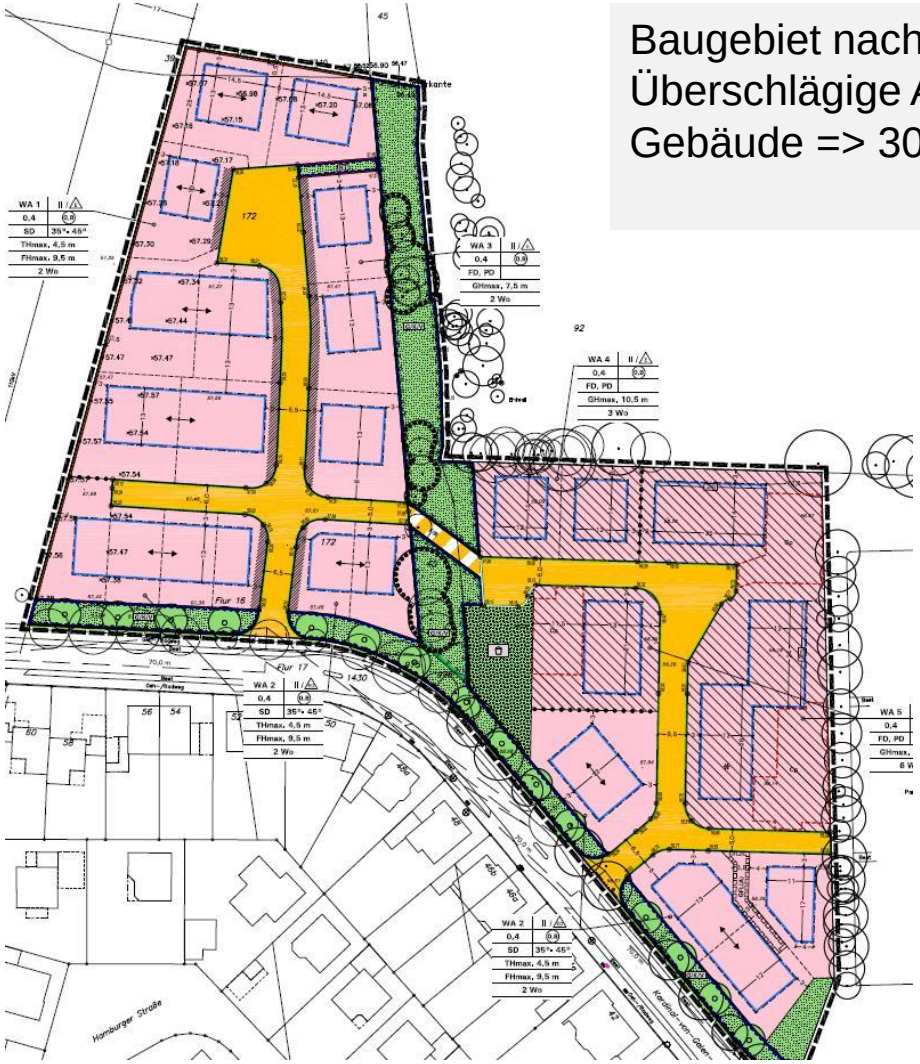
Ergebnisse des Energiekonzeptes

Inhalt

- Neubaugebiet Kardinal-von-Galen-Strasse
- Berechnung der Energiebedarfsstruktur nach B-Plan
  - Bauseitige Vorgaben nach ENEV 2014/2016
  - Varianten der dezentralen Versorgung ohne Primärenergieträger Erdgas
  - Mögliche Fördermittel nach KfW
- Berechnung der anlegbaren Wärmegestehungs-Kosten bei dezentraler Versorgung (Variante 1)
- Versorgungsstrategie „Nahwärme“
  - Nahwärmeversorgung mit Erdgas BHKW (Variante 2)
  - Nahwärmeversorgung mit Pelletskessel (Variante 3a)
  - Nahwärmeversorgung mit Holzhackschnitzelkessel und Mini BHKW (Variante 3b)
- Versorgungsstrategie “Fernwärme mit öffentlichen Liegenschaften“
  - Wärmeversorgungskonzept „Warendorfer Schulen“
  - Fernwärmelösung mit Hackschnitzelheizwerk (Variante 4)

NEUBAUGEBIET KARDINAL-VON-GALEN STRASSE

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse



Baugebiet nach B-Plan.
Überschlägige Aufteilung der Baugrundstücke auf Gebäude => 30 Heizzentralen

18 Grundstücke

bebaut mit 30 Gebäuden davon:

1 x 8 WE
7 x 6 WE
3 x 4 WE
2 x 3 WE
6 x 2 WE

80 Wohneinheiten
Nutzfläche gesamt: 8.685m²
Bewohner im Endausbau: 175
Wärmeverbrauch bei
EnEV Standard: ca.: 530.000 kWh/a

Eine geringere Gebäude- oder Anwohnerzahl sowie eine geringere Wohnfläche beeinflussen die Kosten für den Verbraucher eher negativ.

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Berechnung des voraussichtlichen Wärmebedarfs. Hier Baustandard ENEV 2014/16

				Neubaugebiet Warendorf Kardinal von Galen Straße							EnEV [kWh/m²]	K	K	Warm Wasser kwh/p.
											45			800
Nummer Grundstück	Gebäude	Breite	Länge	Geschossfläche brtto	Faktor Nutzfläche	Geschosse	WE	Wohnfläche [m²]	Bewohner/WE	Bewohner	Heizwämebedarf nach EnEV	H	H	Wärmebedarf inkl WW EnEV
1	4	10	13	520	0,8	2	8	832,00	2,2	18	37.440,00			51.840,00
2	3	12	13	468	0,8	2	6	748,80	2,2	13	33.696,00			44.096,00
3	3	10	13	390	0,8	2	6	624,00	2,2	13	28.080,00			38.480,00
4	1	12	13	156	0,8	2	2	249,60	2,2	4	11.232,00			14.432,00
5	1	14,5	13	188,5	0,8	2	2	301,60	2,2	4	13.572,00			16.772,00
6	1	13	14,5	188,5	0,8	2	2	301,60	2,2	4	13.572,00			16.772,00
7	1	13	14,5	188,5	0,8	2	2	301,60	2,2	4	13.572,00			16.772,00
8	1	13	13	169	0,8	2	2	270,40	2,2	4	12.168,00			15.368,00
9	1	13	12	156	0,8	2	2	249,60	2,2	4	11.232,00			14.432,00
10	2	13	14,5	377	0,8	2	4	603,20	2,2	9	27.144,00			34.344,00
11	1	14	12	168	0,8	2	3	268,80	2,2	7	12.096,00			17.696,00
12	1	14	12	168	0,8	2	3	268,80	2,2	7	12.096,00			17.696,00
13	1	25	14	350	0,8	2	6	560,00	2,2	13	25.200,00			35.600,00
14.a	1	13	24	312	0,8	2	6	499,20	2,2	13	22.464,00			32.864,00
14.b	1	12	26	312	0,8	2	6	499,20	2,2	13	22.464,00			32.864,00
15	1	13	21	273	0,8	2	6	436,80	2,2	13	19.656,00			30.056,00
16	2	13	18	468	0,8	2	4	748,80	2,2	9	33.696,00			40.896,00
17	1	12	12	144	0,8	2	4	230,40	2,2	9	10.368,00			17.568,00
18	3	12	12	432	0,8	2	6	691,20	2,2	13	31.104,00			41.504,00
							80	8.685,60		174	390.852,00			**530.052,00**

Nr.	Heizleistung nach EnEV [kW]
1	30,31
2	26,03
3	22,73
4	8,68
5	10,05
6	10,05
7	10,05
8	9,23
9	8,68
10	20,11
11	9,19
12	9,19
13	16,89
14.a	15,28
14.b	15,28
15	13,63
16	23,96
17	8,17
18	24,51
esamt	**292,03**

Um eine ausreichende Bereitstellung des Warmwassers zu gewährleisten, wird in allen Gebäuden ein Wärmeerzeuger > 15 kW dimensioniert

UNTERSUCHTE VARIANTEN

Variante 1:
Dezentrale Wärmeversorgung nach ENEV und EEWG ohne Erdgas

Variante 1a:
Dezentrale Wärmeversorgung nach ENEV und EEWG mit Erdgas

Variante 2:
Nahwärmeversorgung mit 50 kW Erdgas BHKW

Variante 3a:
Nahwärmeversorgung mit Pelletskessel

Variante 3b:
Nahwärmeversorgung mit Hackschnitzelkessel & Klein-BHKW

Variante 4:
Fernwärme Erschließung der ö. Liegenschaften und
Mitversorgung des BG KVG aus zentralem Heizwerk

VARIANTE 1
RANDBEDINGUNGEN

Vorgaben und Randbedingungen nach Baurecht
=> es gilt die EnEV 2014 mit der Verschärfung für 2016 und das EEWärmegesetz

Die letzte Novelle der Energieeinsparverordnung (EnEV), die am 1. Mai 2014 in Kraft getreten ist, enthält unter anderem eine Anhebung der Neubauanforderungen, die zum 1. Januar 2016 wirksam geworden ist: Der erlaubte Jahres-Primärenergiebedarf für Neubauten wird um durchschnittlich 25 Prozent und der Wert für die Mindestwärmedämmung der Gebäudehülle um durchschnittlich 20 Prozent gesenkt. Die Anforderungen an die energetischen Anforderungen an Neubauten sind somit seit dem 1. Januar 2016 entsprechend strenger.

Die Vorgaben nach **EEWärmegesetz** für Wohnbauten verlangen vom Bauherrn entweder:
- Nutzung solare Strahlungsenergie: 15 % des Endenergiebedarfs
- Biomasse: 50 % bei der Verwendung von flüssiger oder fester Biomasse (Holzpellets, Scheitholz)
- Geothermie und Umweltwärme: 50 % (beispielsweise Wärmepumpen)

Es sind „Ersatzmaßnahmen“ erlaubt:
- Ausnutzung von Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen zu mindestens 50 %, soweit die Anlagen hocheffizient sind…
- durch Steigerung der Energieeffizienz (Dämmmaßnahmen > als 15 % über gültigen Anforderungen der EnEV
- durch unmittelbaren Anschluss an Wärmenetze, die selbst Wärme mindestens zur Hälfte aus KWK-Anlagen beziehen

VARIANTE 1 Dezentrale (individuelle) Beheizung

Randbedingungen für Bauwillige:

Ohne eine öffentliche Gasversorgung können folgende Beheizungsvarianten angestrebt werden:

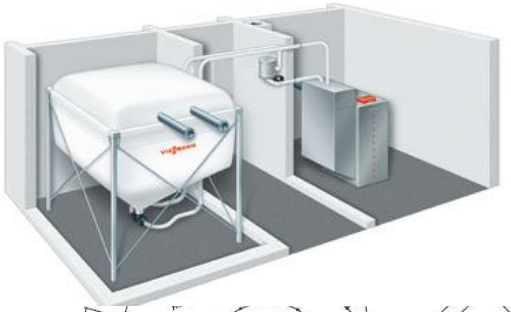
- Dezentrale Wärmepumpe (Luft oder Sole)
- individueller Pelletskessel
- System zur solarthermischen Unterstützung

Randbedingungen nach Baurecht (EnEV 2014) verlangen Hohe Dämmstandards bei den Transmissionswärmeverlusten. Am Ende ergeben die Vorgaben nach EnEV einen durchschnittlichen Wärmebedarf von 45 kWh/m² Nutzfläche.

KFW-FÖRDERUNG: Wenn das Gebäude einen Primärenergiefaktor von nur noch 40% des nach EnEV vorgegebenen Primärenergiefaktors aufweist **und** weniger als 55% der nach EnEV vorgegebenen Transmissionswärmeverluste aufweist, ist eine Förderung von bis zu 19.000 Euro Zuschuss möglich.

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Variante 1 dezentrale Beheizung aus WP /Pelletskessel



Wohngebiet
~ 30 Wohngebäude mit 80 WE
~ 530.000 MWh/a inkl. WW

Anzahl HA	30 Stk
Ø-Verbrauch	17.668 kWh/HA/a
Wärmeleistung	
Summe	300 kW

Es wird von einem Standard nach EnEV ausgegangen.
Auslegung dezentrale Wärmeerzeuger für 30 Wohngebäude:

15 x Wärmepumpen ~ 20 kW
15 x Pelletskessel ~ 15 kW
Jeweils inkl. Pufferspeicher, bzw. Lager

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Ergebnisse beispielhafte Berechnung für dezentrale Beheizung ohne Gasversorgung in Variante 1

Im Mix wurden Wärmegestehungskosten errechnet zu:

Bei allen Kosten handelt es sich um Netto-Preise		
Investitionen*		
Wp Inkl. Pufferspeicher und Heizstab (je 20T€)	375.000	EUR
Bafa Förderung WP 1.092€ je Anlage	16.380	EUR
Pelletkessel inkl Pufferspeicher und Ausdehnungsgefäß	51.360	EUR
Errichtung Pelletlager (Bunker/silo)	30.000	EUR
Förderung Pelletkessel Pauschal 3500€	52.500	EUR
Montagearbeiten	66.000	EUR
Heizugstechnik	150.000	EUR
Abgasanlage	60.000	EUR
Stromeinbindung etc.	13.500	EUR
Ein- und Umbauten	45.000	EUR
Summe Errichtungskosten ohne Förderung	790.860	EUR
Summe Errichtungskosten mit Förderung	721.980	EUR

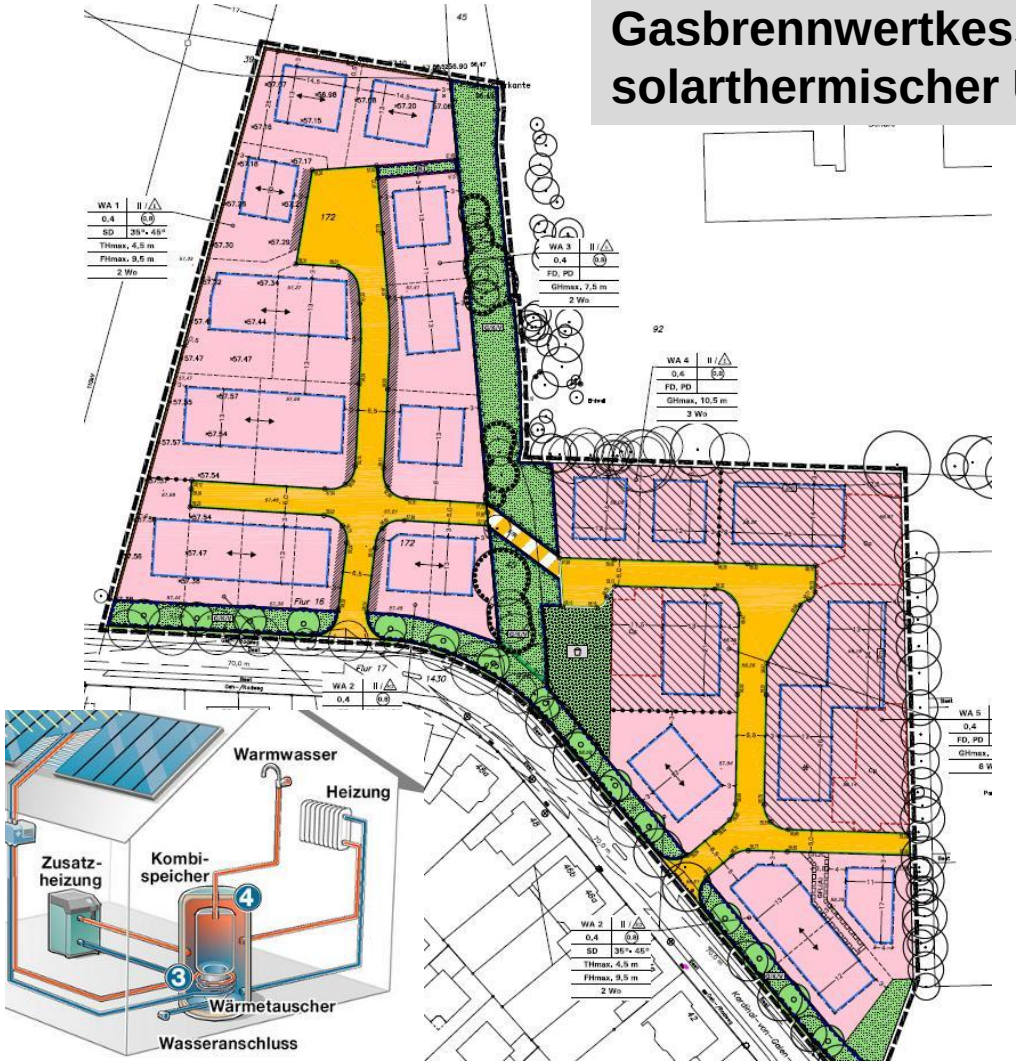
Kapitalkosten	**46.735**	EUR/a
Verbrauchskosten		
Pelletkosten Silowagen Lieferung ~6 m³	240,00	€/to
Stromkosten Tarifpreis WP	15,40	ct/kWh
Brennstoffkosten Pellets	14.680	EUR/a
Stromkosten Pelletkessel (Tarifpreis 20 Cent)	864	Eur/a
Stromkosten WP	13.605	EUR/a
Verbrauchskosten	**28.285**	**EUR/a**
*) zu konkretisieren		
Betriebskosten		
Schornsteinfeger & Ascheentsorgung	2.250	EUR/a
Wartung und Instandhaltung sonstig	7.164	EUR/a
Versicherungen	1.424	EUR/a
Personal- und Verwaltungskosten		EUR/a
übrige Betriebskosten	**10.838**	**EUR/a**

Summe Jahreskosten bezogen auf Nutzungsdauer	**85.858**	**EUR/a**
Wärmeerzeugung gesamt	530.052	kWh_{th}/a
WGK Nettobetrag	**161,98**	**€/MWh**
WGK Bruttobetrag	**192,76**	**€/MWh**

Im Schnitt kommt auf die Bewohner ein spezifischer Wärmepreis von 19,3 Cent Brutto zu. Die Umrechnung auf beheizte Nutzfläche ergibt Kosten von 11,76 Euro pro m² und Jahr.
Bsp: Bei 100m² Nutzfläche ergeben sich hier Wärmebereitstellungskosten von 1.176 Euro pro Jahr.

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Variante 1a dezentrale Beheizung aus Gasbrennwertkessel und solarthermischer Unterstützung



Wohngebiet
~ 30 Wohngebäude mit 80 WE
~ 530.000 kWh/a inkl. WW
~ 256.000 kWh_{el}/a
Daraus resultiert ein Gesamtenergieverbrauch von ~786.000 kWh/a. Min. 15% davon müssen Regenerativ erzeugt werden.

Die Wärmeversorgung wird bei dieser Variante durch:

30 Brennwertgasthermen spezifisch a 10 kW
und 30 Solarthermieanlagen mit je 2 Pufferspeichern 1 m^3 Volumen
und 9 Kollektoren je Geb. mit ~21m^2 Brutto-Kollektorfläche betrachtet.
Gesamtertrag Solarthermieanlage:
~ 124.000 kWh/a
Das entspricht rund 16% des Gesamtenergiebedarfes. EEWG erfüllt!

Ergebnisse beispielhafte Berechnung für dezentrale Beheizung mit Gasversorgung in Variante 1a

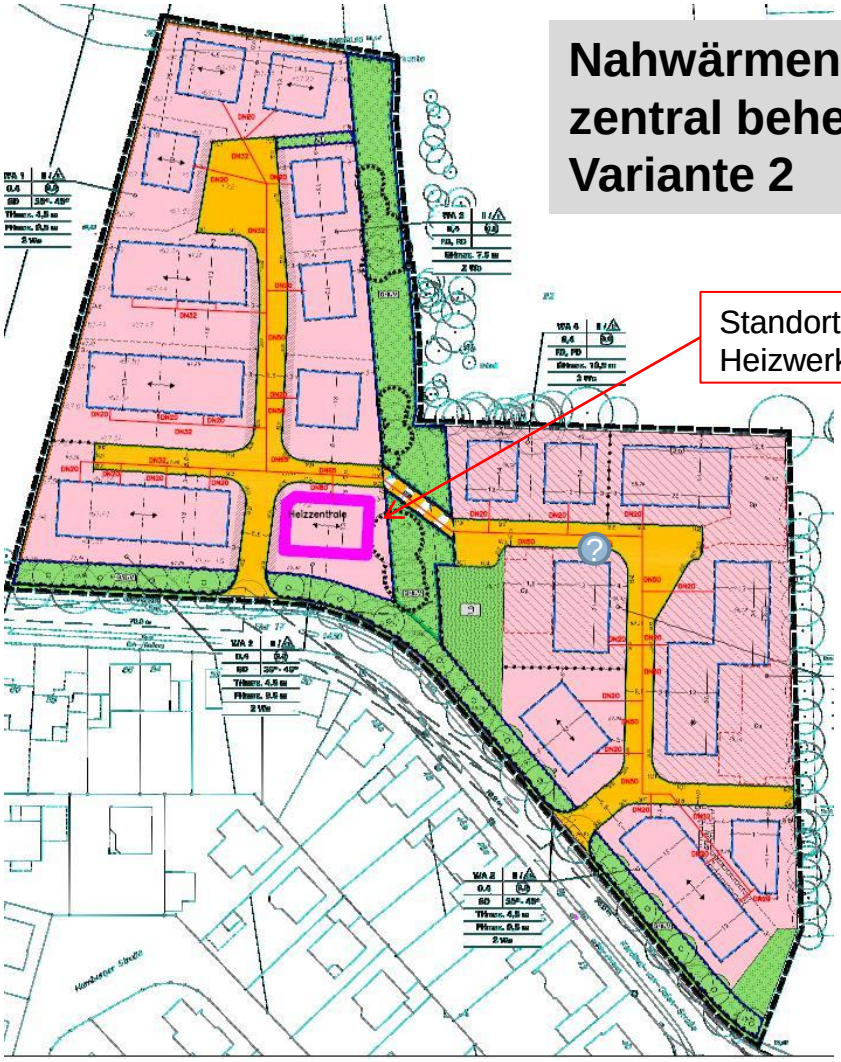
Es wurden Wärmegestehungskosten errechnet zu:

Investitionen*		
Solarthermieanlage spezifisch 12000€	360.000	EUR
Förderung Bafa Solarthermie 50€/m^2	-29.250	EUR
Pufferspeicher 2* 1m^3	60.000	EUR
Gasbrennwertheizung spezifisch 10 kW 9000€	270.000	EUR
Förderung Bafa Solarthermie zur Heizungsunterstützung	-60.000	EUR
Montagearbeiten zusammengefasst	135.000	EUR
Abgasanlage	75.000	EUR
Stromeinbindung etc.	7.500	EUR
Gasanschluss 1500€	45.000	EUR
Planung/Heizungsanlage	104.775	EUR
Summe Errichtungskosten ohne Förderung	1.057.275	EUR
Summe Errichtungskosten mit Förderung	968.025	EUR

Kapitalkosten		
	59.271	**EUR/a**
Verbrauchskosten		
Gaspreis	0,04	ct/kWh
Brennstoffkosten Gas	15.871	EUR/a
Grundpreis spezifisch	65	EUR/a
Grundpreis gesamt	1.950	EUR/a
Strombezugskosten	21	ct/kWh
Stomkosten Solarthermie und Heizung	1.134	EUR/a
Verbrauchskosten	**18.955**	**EUR/a**
*) zu konkretisieren		
Betriebskosten		
Schornsteinfeger	3.600	EUR/a
Wartung und Instandhaltung sonstig	8.775	EUR/a
Versicherungen	2.643	EUR/a
übrige Betriebskosten	**15.018**	**EUR/a**
Summe Jahreskosten bezogen auf Nutzungsdauer	**93.244**	**EUR/a**
WGK	**175,91**	**€/MWh**

Im Schnitt kommt auf die Bewohner ein spezifischer Wärmepreis von 20,9 Cent Brutto zu. Die Umrechnung auf beheizte Nutzfläche ergibt Kosten von 12,77 Euro pro m² und Jahr.
Bsp: Bei 100m² Nutzfläche ergeben sich hier Wärmebereitstellungskosten von 1.277Euro pro Jahr.

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse



Nahwärmenetz zentral beheizt Variante 2

Wärme	530.000 kWh/a
Anzahl HA	30 Stk
Ø-Verbrauch	17.668 kWh/HA/a
Wärmeleistung	~ 310 kW
Netzverluste	~ 41.000 kWh/a

Trassenlänge : ~ 430 m

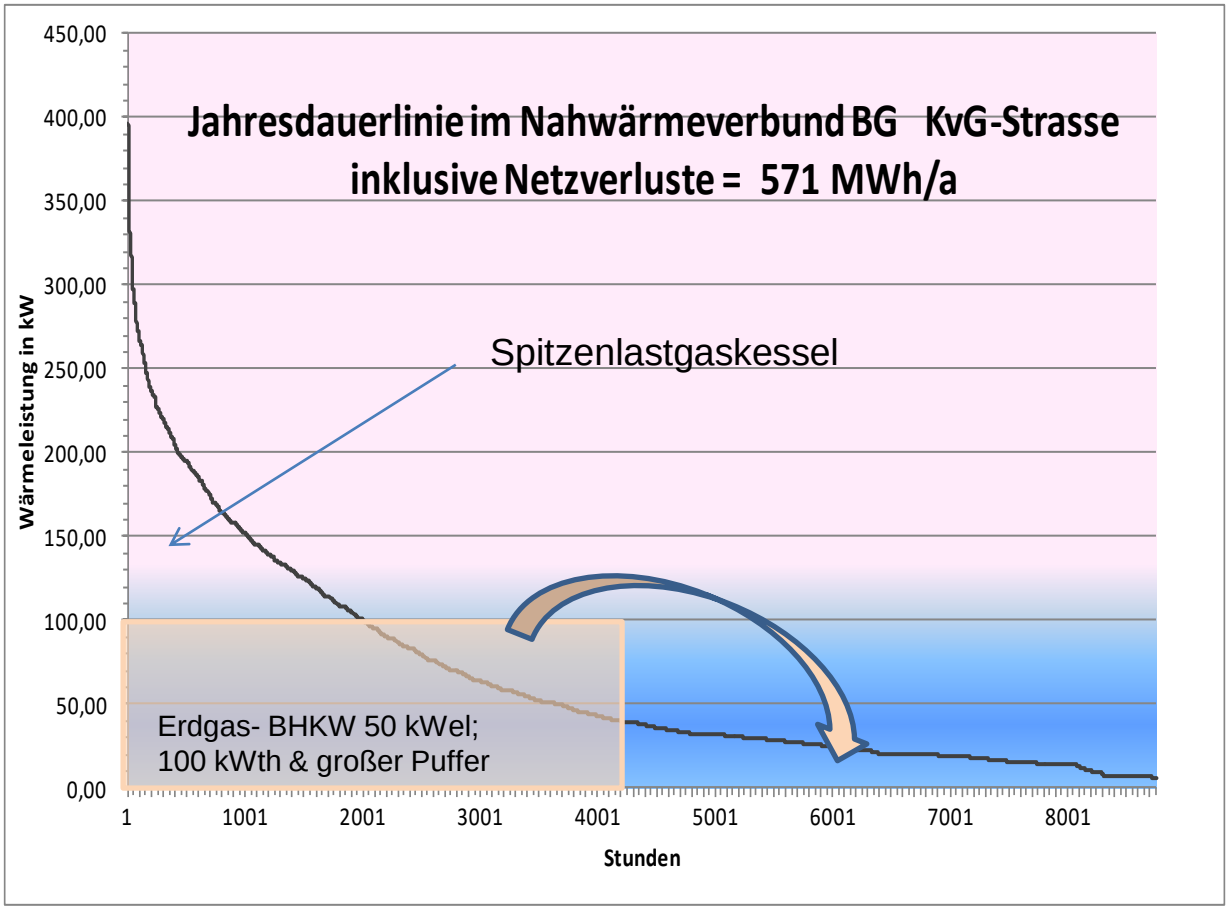
DN 80	10 m
DN 50	160 m
DN 32	60 m
DN 20	200 m

Vorteil Wärmenetz aus Sicht des Bauwilligen

- Kein großer Platzbedarf für Pelletslager, & dez. Puffer für WP, PK oder Gastherme
- Tauscherstation mit WW Bereitung in „Kühlschrankgröße“
- Vorgaben nach EEWärmeG werden vom Netzbetreiber erfüllt
- Wärmekostenabrechnung je WE in den Gebäuden können von den SW dargestellt werden
- Stadtwerke als Nahwärmeversorger sind auch hinsichtlich Preisgestaltung der AVBFernwärme unterworfen und öffentlich kontrolliert

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

JAHRESDAUERLINIE MIT NAHWÄRMENETZ UND BHKW (VARIANTE 2):



Auslegung:

- Das Erdgas BHKW soll die aus Sicht der Förderung optimale Größe von 50 kW el haben. Ein großer Pufferspeicher hilft, den Grundlastwärmebedarf auch im Sommer zu erzeugen
- Ein Gaskessel mit rund 450 kW deckt die Spitzenlast ab
- Es wird in Containerbauweise nur ein kleines Grundstück benötigt
- BHKW Strom wird i.W. ins Netz eingespeist. Ggf. Eigenstrom-verdrängung möglich

- Ein Grundlast-BHKW deckt auch im Sommer die Netzverluste und finanziert sich über den erzeugten Strom

VARIANTE 2 Nahwärmenetz und zentrale Beheizung mit Erdgas BHKW aus Heizcontainer

Nahwärmenetz mit Heizzentrale = hocheffiziente Erdgas KWK (EEWG)

- >75 % Wärme aus KWK mit Förderung, inkl. Pufferspeicher (Laufzeit hier bis zu 4.200 bvh/a)
- zusätzlicher Gaskessel ausgelegt für Spitzenlast
- Maximale Förderung nach KWKG
- Förderung Netz und Anlage über Bafa/ progress.nrw möglich

Alles Netto-Preise !!	
Fernwärmenetz als Duo-Rohr PEX-System	**Investitionen**
Fernwärmetrasse mit PEX 550 m	51.000
Formstücke etc.	50.000
Übergabestationen	90.800
KfW-Förderung Übergabestationen Neubau (je 1,8 T€)	**-54.000**
Hydraulik/Netzkomponenten in Heizzentrale	49.500
Elektro- und übergeord. Regeltechnik	23.500
Planung/Genehmigung/Gebühr Fernwärme	31.480
Förderung Bafa/Progressnrw (max. 15%)	**30.822**
BHKW 50 kW System inkl. Brennwert	113.000
Gasanschluss BHKW und Kessel	10.000
Containeranlage für BHKW und Kessel	25.000
2* Kamin	6.000
Bodenplatte/Betonarbeiten	15.000
Grundstücksplitter für Heizzentrale 80 m² (194 €/m$^{2)}$	15.520
Container Wasser-/Stromanschluß	2.000
Sonstiges	15.000
Planung/Genehmigung Heizzentrale	26.198
Baukostenzuschuss für 30 Gebäude (je 4.000 € netto)	**-120.000**
Summe Errichtungskosten	403.998
Investitionen Netz und Anlagen	**380.820**

Es sind hier diverse Fördermittel eingepreist. Je Gebäude wird ein BKZ von 4.000€ netto erhoben

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

VARIANTE 2 Nahwärmenetz (Kunststoffrohr PEX) und zentrale Beheizung mit Erdgas BHKW aus Heizcontainer

Kapitaldienst	21.285	€/a
Erlöse Strom		
Stromerzeugung BHKW	206.450	kWh_{el}/a
Netto-Stromerzeugung	200.257	kWh_{el}/a
Stromabdeckung Eigenverbrauch	95,00%	
durch BHKW verdrängter Strombezug	25.147	kWhel/a
Stromkosten Bezug netto	21,00	Cent kWh e
Einsparungen Strombezug durch BHKW	5.281	Euro/a
40% EEG-Umlage auf selbst genutzten Strom*	2,75	Cent/kWh
Kosten EEG Umlage	417	Eur/a
Ins Netz eingespeister BHKW Strom	175.109	kWh_{el}/a
KWK-Zuschlag bis 50 kW für eingespeiste Mengen	8,00	ct/kWh_{el}
KWK Zuschlag eingespeister Strom	**14.009**	EUR/a
Strommengen selbstgenutzt	25.147	kWh el/a
KWK Bonus, selbst genutzter Strom	4,00	ct/kWh_{el}
Erlöse KWK Bonus Eigenstrom	**1.006**	Euro/a
Summe Vergütung nach KWKG	**15.015**	**Euro/a**
Stromvergütung nach EEX (2.Q 2017)	2,9780	ct/kWh_{el}
Vergütung für Stromeinspeisung EEX	5.215	EUR/a
Vermiedene Netznutzungsentgelte Arbeit*	1,00	ct/kWh_{el}
Vergütung VNNE Arbeit	1.751	EUR/a
Summe Einsparung/Vergütungen nach Abzug EEG Umlage	**26.845**	Eur/a

Verbrauchskosten	Netto-Preise	
Strombedarf Heizzentrale (Holz/Gas)	26.471	kWhel /a
Strompreis	21	Cent/kWhel
Gasverbrauch BHKW	713.711	kWh/a
Gaspreis Stadtwerke Einkauf	3,00	Cent/kWh
Gaspreis BHKW SW Einkauf	2,56	Cent/kWh H
Gaskosten Kessel	5.489	€/a
Gaskosten BHKW	18.257	€/a
Stromeigenbedarfskosten	**5.559**	€/a
Verbrauchskosten	**29.305**	**€/a**

Betriebskosten		
Wartungskosten Netz und Anlagenteile	**3.226**	€/a
Vollwartung BHKW 2,7 cent je kWh el	**5.574**	€/a
Personalkosten	**1.300**	€/a
Versicherung	**1.500**	€/a
Schornsteinfeger	**250**	€/a
Ascheentsorgung (68 €/ t)	**0**	€/a
Billing*		€/a
Verwaltung*		€/a
Betriebskosten	**11.850**	**€/a**
*) je nach Betreibermodell		
Jahreskosten bei Berücksicht. der Nutzungsdauer	**62.440**	**€/a**
WGK abzüglich Stromgerlöse/Einsparungen	**35.596**	**€/a**
WGK ergeben sich entsprechend	**67,15**	**€/MWh_N**
Eingesetztes Eigenkapital (25% der Nettoinvestitio	95.205	Euro
Gewinn Stadtwerke = Rendite auf EK 6%	**5.712**	**Euro/a**
Wärmeverkaufspreis	**41.308**	**€/a**
Netto Wärmepreis frei Kunde	**77,93**	**€/MWh**
Ergibt Brutto Arbeitspreis Nahwärme Kunde	**92,74**	**€/MWh**

=> Die spezifischen WGK betragen hier „nur 7,8 cent , netto je kWh Nutzwärme

Pro m² sinken in V2 die Bruttokosten auf 5,66 Euro. Gegenüber der V 1 werden hier bei 100m² Nutzfläche jährlich ~ 610,- Euro eingespart.

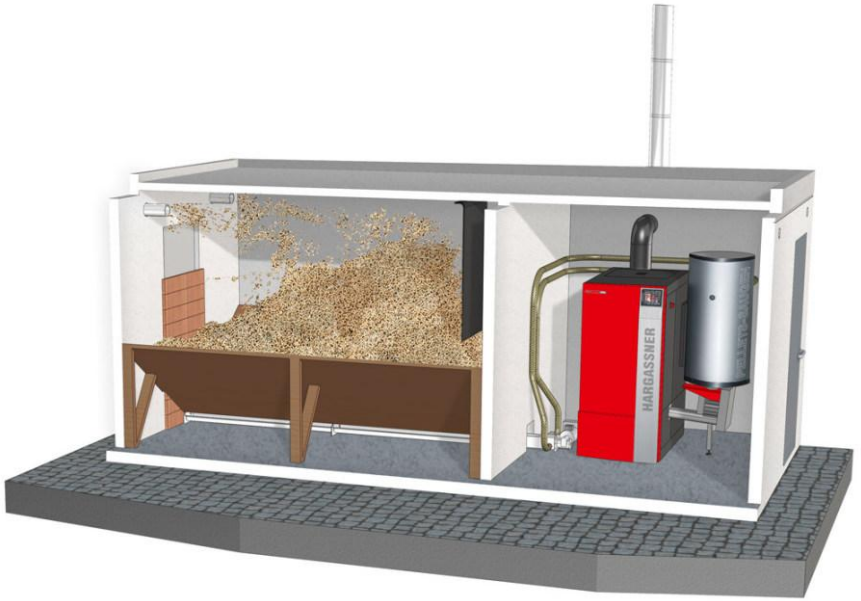
Variante 3a Nahwärmenetz und zentrale Beheizung mit Pellets

Randbedingungen für Netzbetreiber und Wärmekunden

Nahwärmenetz mit Heizzentrale = Pelletskessel

- 100 % Wärme aus regenerativer Energie (EEWG) mit Förderung
- Pelletskessel ausgelegt für Spitzenlast => Großer Pufferspeicher
- keine Redundanzkessel nötig
- Solarfeld für Sommerbetrieb denkbar

Kenngrößen Pellets Kessel		
Wärmeerzeugung Kessel	571.590	kWh_N/a
Kessel-Nennleistung	450	kW_N
Spez. Bereitschaftsverlust	0,90%	[-]
Bereitschaftszeit	8.000	h/a
Betriebsstunden	1.270	h/a
Bereitschaftswirkungsgrad	95,45%	[-]
Abgasverluste	10%	[-]
Kesselwirkungsgrad	90%	[-]
Verschmutzungsfaktor	98%	[-]
Jahresnutzungsgrad	84%	[-]
Brennstoffbedarf Kessel (Hu)	678.963	kWh_{Pr}/a
Energieinghalt Holz bei w 35%	4.900	kWh/t
Brennstoffbedarf HHS in Tonnen/a	139	t/a
Entspricht in Schüttraummetern	213,18	Srm/a
Ascheanfall	3	t/a



Variante 3a Nahwärmenetz und zentrale Beheizung mit Pellets

Randbedingungen für Netzbetreiber und Wärmekunden

Alles Netto-Preise !!	
Fernwärmenetz als Duo-Rohr PEX-System	**Investitionen €**
Fernwärmetrasse mit PEX 550 m	51.000
Formstücke etc.	50.000
Übergabestationen	90.800
KfW-Förderung Übergabestationen Altbau (je 1,8 T€)	**-54.000**
Hydraulik/Netzkomponenten in Heizzentrale	49.500
Elektro- und übergeord. Regeltechnik	23.500
Planung/Genehmigung/Gebühr Fernwärme	31.480
Förderung Kfw 271 (60 Euro je lfm , max. 40%)	**-32.970**
Holzkessel 450 kW Sytem im Container inkl Brennstoffzu	173.000
Kamine	6.000
Bodenplatte/Betonarbeiten	15.000
Grundstück für Heizzentrale (200 €/m²) rund 200m²	40.000
Container Wasser-/Stromanschluß	2.000
Sonstiges	10.000
Planung/Genehmigung Holzkessel & Heizwerk	29.520
Förderung progress nrw. (max.15%), pauschal	**-30.000**
Förderung Kfw (271 Premium) 20 +10 €/kW	**-13.500**
Baukostenzuschuss 30 Gebäude à 4000 € je Gebäude	**-120.000**
Summe Errichtungskosten	585.300
Investitionen Netz und Anlagen	**321.330**

Kapitaldienst	**14.807**	**Euro/a**
Verbrauchskosten	Netto-Preise	
Pelletpreis (bei Silowagenanlieferung)	**205,00**	Euro/to
Holzkosten	28.497	Euro/a
Strombedarf Heizzentrale (Holz)	28.000	kWhel /a
Strombedarf Netz (20 kWh/MWh Nutzwärme)	11.471	kWh el/a
Strompreis	21,00	Cent/kWhel
Stromkosten Bezug	8.289	Euro/a
Verbrauchskosten	**36.786**	**€/a**
Betriebskosten		
Wartungskosten Netz und Anlagenteile	**6.716**	€/a
Personalkosten für Holzkessel (1 Gf Besch.)	**3.930**	€/a
Versicherung	**4.428**	€/a
Schornsteinfeger	**250**	€/a
Ascheentsorgung (68 €/ t)	**236**	€/a
Billing*		€/a
Verwaltung*		€/a
Betriebskosten	**15.560**	**€/a**
*) je nach Betreibermodell		
Jahreskosten bei Berücksicht. der Nutzungsdauer	**67.154**	**€/a**
entsprechend spez.	**126,69**	**€/MWh$_N$**
Stadtwerke : Rendite 6 % auf EK	**4.820**	**€/a**
WGK inkl. Rendite	**71.973**	Euro/a
entspricht Brutto	**85.648**	**€/a**
spezifisch Brutto spezifisch	**161,58**	**€/MWh**
entspricht brutto je m²	9,9	€/m²

Die Versorgung mit Nahwärme aus Pelletskessel ist rund 20% günstiger als die in V 1 berechnete dezentrale Beheizung

STADTWERKE WARENDORF

Variante 3b Nahwärmenetz und zentrale Beheizung mit Holz

Nahwärmenetz mit Heizzentrale => Hackschnitzelkessel 200 kW

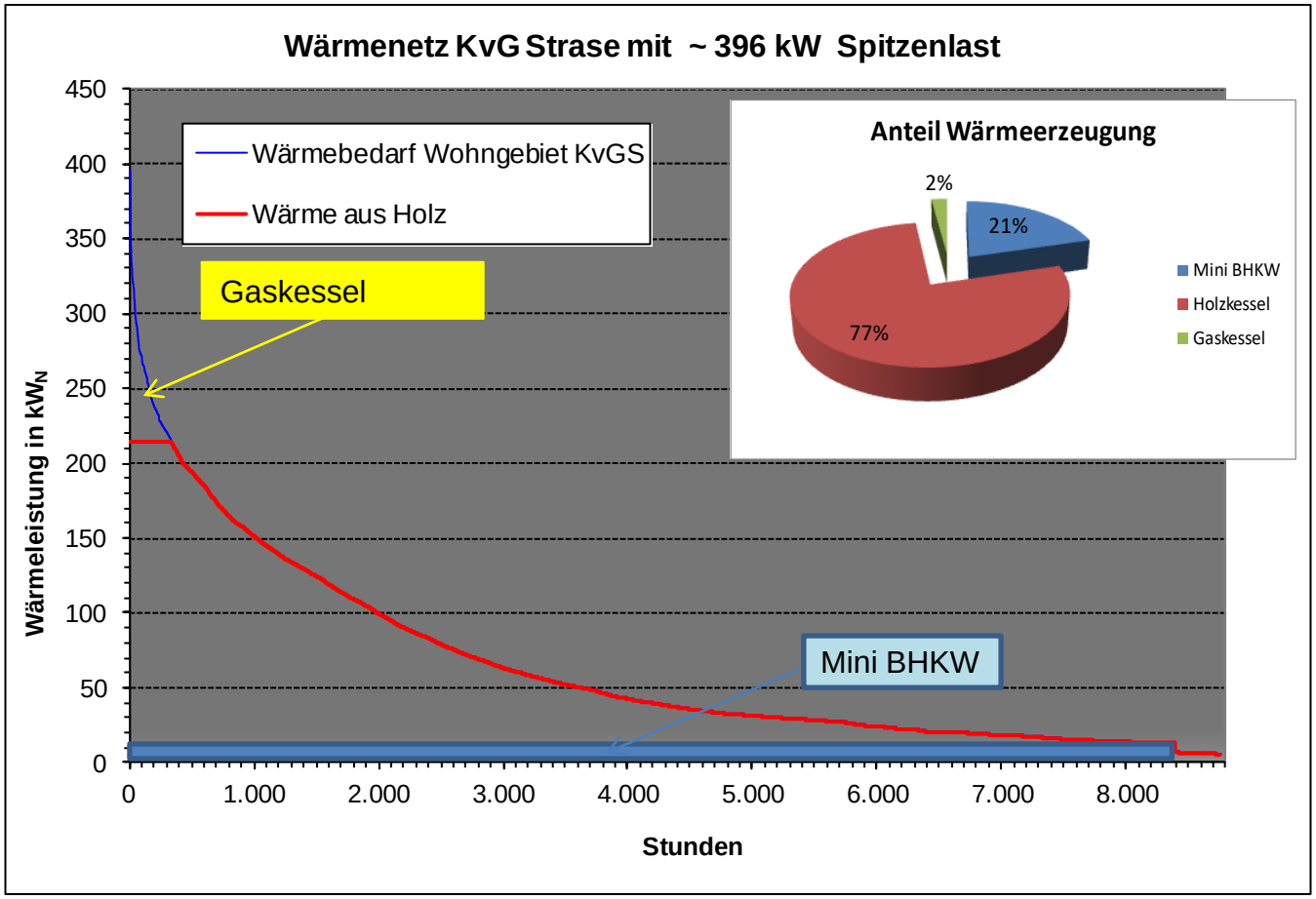
Ein Grundlast-BHKW (5 kWel) deckt auch im Sommer die Netzverluste

~ 90 % Wärme aus regenerativer Energie (EEWG) mit Förderung

- Holzkessel auf max. 50% der Spitzenlast ausgelegt
- Redundanzkessel nötig (Gasanschluß)
- Platzbedarf für Holzlager (Containeranlagen mit Wechselbrücken)
- Solarfeld für Sommerbetrieb prüfen

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Variante 3b Nahwärmenetz und zentrale Beheizung mit Holz



Die Wärmeversorgung wird sinnvoll auf Mini BHKW, Hackschnitzelkessel und Gaskessel aufgeteilt.
Der Gaskessel dient quasi nur als „Notfallkessel
Das BHKW liefert min. die Sommergrundlast

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Variante 3b Nahwärmenetz und zentrale Beheizung mit Holz

Kenngrößen		
Wärmebedarf Verbraucher	530.052	kWh_N/a
Netzverluste bei T_{M70}	41.538	kWh/a
Wärmebedarf ab Heizwerk	571.590	kWh/a

Kenngrößen BHKW-Anlage		
Wärmeleistung P_{th}	14,3	kW_{th}
Elektrische Leistung P_{el}	5,5	kW_{el}
Brennstoffeinsatz P_{PrHi}	20,1	kW_{PrHi}
Vollbenutzungsstunden BHKW	8.400	h/a
Wärmeerzeugung BHKW	120.120	kWh_N/a
Anteil BHKW an Gesamtwärme	8,6%	[-]
Stromerzeugung BHKW	46.200	kWh_{el}/a
Eigenbedarf BHKW ~	3%	
Eigenbedarf BHKW	1.386	kWhel/a
Eigenbedarf Strom gesamte Heizzentrale		kWh_{el}/a
Brennstoffbedarf BHKW (Hi)	168.840	kWh_{Pr}/a
Brennstoffbedarf BHKW (Hs)	187.080	kWh_{Hs}/a

Kenngrößen HHS-Kessel		
Wärmeerzeugung Kessel	441.330	kWh_N/a
Kessel-Nennleistung	200	kW_N
Spez. Bereitschaftsverlust	0,90%	[-]
Bereitschaftszeit	2.207	h/a
Betriebsstunden	2.207	h/a
Bereitschaftswirkungsgrad	100,00%	[-]
Abgasverluste	10%	[-]
Kesselwirkungsgrad	90%	[-]
Verschmutzungsfaktor	98%	[-]
Jahresnutzungsgrad	88%	[-]
Brennstoffbedarf Kessel (Hu)	500.374	kWh_{Pr}/a
Energieinghalt Holz bei w 35%	2.850	kWh/t
Brennstoffbedarf HHS in Tonnen/a	176	t/a
Entspricht in Schüttraummetern	702,28	Srm/a
Ascheanfall	4	t/a

Alles Netto-Preise !!

Fernwärmenetz als Duo-Rohr PEX-System	Investitionen
Fernwärmetrasse mit PEX 550 m	51.000
Formstücke etc.	50.000
Übergabestationen	90.800
KfW-Förderung Übergabestationen Altbau (je 1,8 T€	-54.000
Hydraulik/Netzkomponenten in Heizzentrale	54.000
Elektro- und übergeord. Regeltechnik	23.500
Planung/Genehmigung/Gebühr Fernwärme	31.930
Förderung Kfw 271 (60 Euro je lfm , max. 40%)	-32.970
Holzkessel 200 kW im Container inkl Brennstoffzu	201.000
Mini BHKW	26.000
Gasanschluss für Dgaskessel und BHKW	9.500
Kamine	6.000
Bodenplatte/Betonarbeiten	15.000
Grundstück für Heizzentrale (200m²) Einheitswer	40.000
Container Wasser-/Stromanschluß	2.000
Sonstiges	5.000
Planung/Genehmigung Holzkessel	30.450
Förderung progress nrw. (max.15%), pauscha	-30.000
Förderung Kfw (271 Premium) 20 +10 €/kW	-6.000
Baukostenzuschuss 30 HA zu je 4000€ netto je Geb	-120.000
Summe Errichtungskosten	516.180
Investitionen Netz und Anlagen	**393.210**

STADTWERKE WARENDORF

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Variante 3b Nahwärmenetz & Holzkessel

Kapitalkosten	**20.095**	Euro/a
Ateil EK Sw 25%	**98.303**	**Euro**
Erlöse Strom		
Stromerzeugung BHKW	46.200	kWh_{el}/a
Netto-Stromerzeugung	44.814	kWh_{el}/a
durch BHKW verdrängter Strombezug	44.814	kWhel/a
Stromkosten Bezug	21,00	Cent kWh e
Einsparungen Strombezug durch BHKW	**9.411**	**Euro/a**
40% EEG-Umlage auf selbst genutzten Strom*	2,75	Cent/kWh
Kosten EEG Umlage	958	Eur/a
Ins Netz eingespeister Strom	0	kWh_{el}/a
Strombezugskosten	21,00	ct/kWh_{el}
Vermiedene Strombezugskosten	9.411	EUR/a
Stromvergütung eingespeister Strom nach EEX (2	2,9780	ct/kWh_{el}
Vergütung für Stromeinspeisung EEX	0	EUR/a
KWK-Zuschlag bis 50 kW für eingespeiste Menge	8,00	ct/kWh_{el}
KWK Zuschlag eingespeister Strom	0	
Strommengen selbstgenutzt bis 50 kW	44.814	kWh el/a
KWK Bonus	4,0	ct/kWh_{el}
Vergütung KWK-Zuschlag	1.793	EUR/a
Vermiedene Netznutzungsentgelte Arbeit*		ct/kWh_{el}
Vergütung VNNE Arbeit	0	EUR/a
Summe Einsparung & Vergütungen nach Abzug EEG	**10.245**	**Eur/a**

Verbrauchskosten	Netto-Preise	
HHSpreis (bei Wechselcontainer)	**13,00**	Euro/Srm
Holzkosten	9.130	Euro/a
Strombedarf Heizzentrale (Holz/Gas)	33.382	kWhel /a
Strombedarf Netz (20 kWh/MWh Nutzwärme)	11.432	kWh el/a
Strompreis	21,00	Cent/kWhel
Gasverbrauch BHKW	187.080	kWh/a
Gaspreis BHKW	2,56	Cent/kwh
Gaskosten BHKW	4.785,5	€/a
Gaskosten Erdgaskessel	509,3	€/a
Stromkosten Hilfsenergie Netz/Zentrale	9.411	€/a
Verbrauchskosten	**23.835**	**€/a**

Betriebskosten		
Wartungskosten Netz und Anlagenteile	**7.411**	€/a
Personalkosten für Holzkessel (1 Gf Besch.)	**5.502**	€/a
Vollwartungskosten BHKW 3,98 cent/kWhel	**1.839**	€/a
Versicherung	**3.045**	€/a
Schornsteinfeger	**250**	€/a
Ascheentsorgung (68 €/ t)	**298**	€/a
Billing*		€/a
Verwaltung*		€/a
Betriebskosten	**18.345**	**€/a**
*) je nach Betreibermodell		
Jahreskosten bei Berücksicht. der Nutzungsdauer	**62.276**	**€/a**
WGK , netto abzüglich Gutschriften Strom	**52.030**	€/a

entsprechend	**98,16**	**€/MWh_N**
Stadtwerke zzgl. 6 % Rendite auf EK	**5.898**	**€/a**
Wärmeerlöse, netto	**57.928**	**€/a**
Wärmepreis netto	**109,29**	**€/MWh**
Ergibt Brutto Wärmeverkaufspreis frei Kunde	**130,05**	**€/MWh**
resultierender Preis je m²	7,9	€/m² a

Die Versorgung mit Nahwärme aus Holzkessel/Mini BHkW ist rund 32% günstiger als die in V 1 berechnete dezentrale Beheizung

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

VARIANTE 4 Fernwärme Erschließung der ö. Liegenschaften und Mitversorgung des BG KVG aus zentralem Heizwerk

Ausgangslage:

- 10 öffentlich Liegenschaften entlang der Von Kettler Straße
- Gesamtwärmebedarf von rund 4,03 Mio. kWh Nutzwärme p.a.
- Bei Aufbau eines Wärmenetzes wäre die Versorgung des Neubaugebietes aufgrund der räumlichen Nähe kostengünstig möglich.

		Gasverbauch [kWhHs]		davon Gas in BHKW	Gasmenge Mittelwert	Umrech-nung zu Hs		Nuzwärme bedarf	Heizlast
Nr.	Einrichtung	2015	2016	kWh	kWhHs	Hi	JNG	kWhN	[kW]
1	Augustin-Wibbelt-Gymnasium (Contracting Anlage der WEV						88%		274
2	Kreishandwerkerschaft Steinfurt-Warendorf Bildungszentrum						88%		177
3	Paul-Spiegel-Berufskolleg Warendorf						88%		268
4	Von-Galen-Schule (Im Juni 2017 geschlossen worden)						88%		226
5	Hallenbad Warendorf + Bistro (Eigenes BHKW)						82%		211
6	Gymnasium Laurentianum (Contracting Anlage der WEV)						88%		375
7	Bischöfliche Realschule Warendorf						88%		497
8	Mariengymnasium Warendorf						88%		200
9	Bodelschwinghschule						88%		79
10	Franziskusschule						88%		213
		5.843.457	6.059.465		5.117.061	4.609.965		4.030.312	2.519

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

MÖGLICHER TRASSENVERLAUF

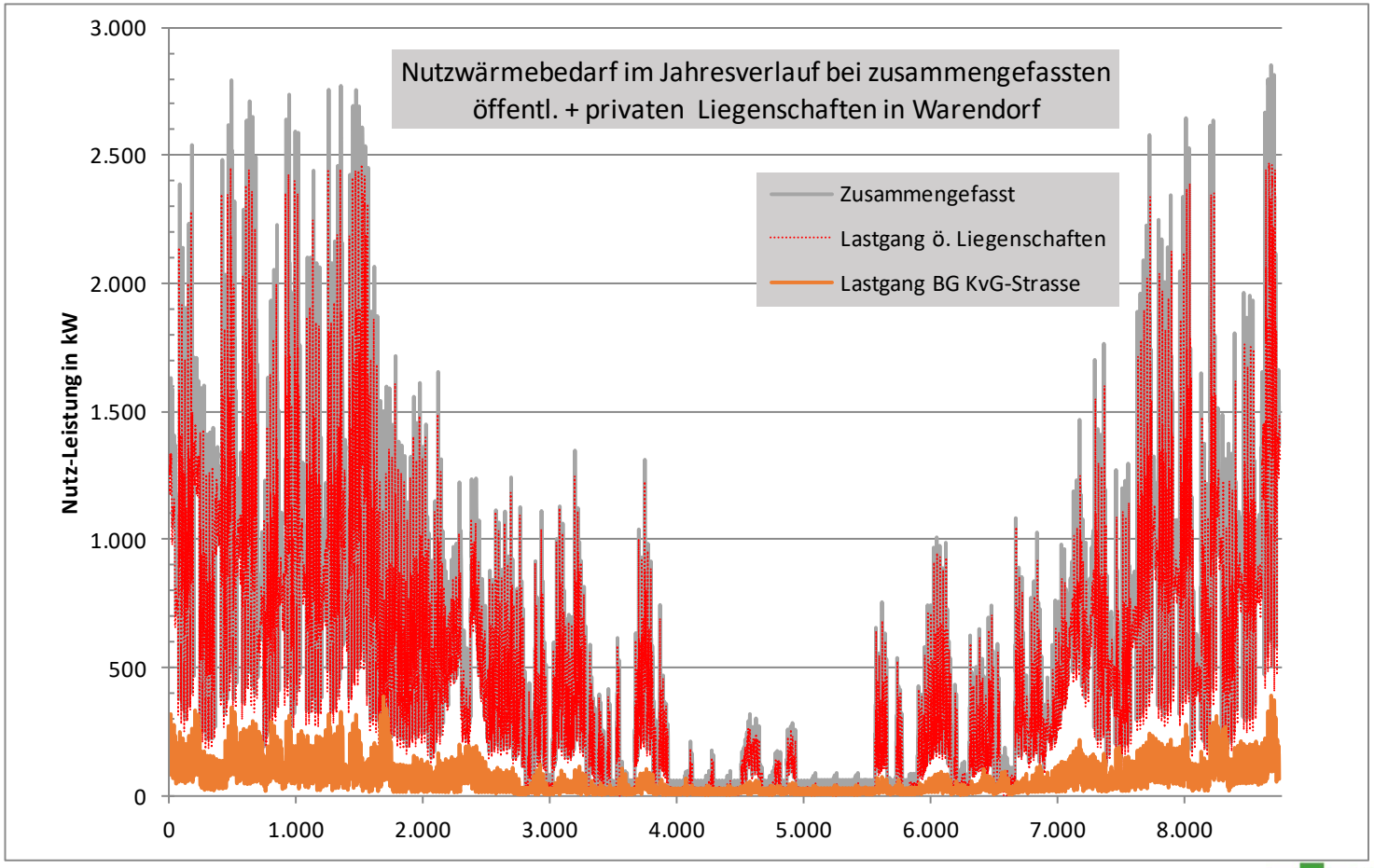
Trassenparameter
- Länge: ca. 1950 m
- DN 150: ca. 600 m
- DN 125: ca. 320 m
- DN 100: ca. 20 m
- DN 80: ca. 270 m
- DN 65: ca. 280 m
- DN 50: ca. 60 m
- DN 40: ca. 100 m

- Netto-Kosten rund: 1,2 Mio. €
zzgl. Nahwärme im Neubaugebiet

- spezifische Kosten des Ausbaus: ca. 715€/m (netto)

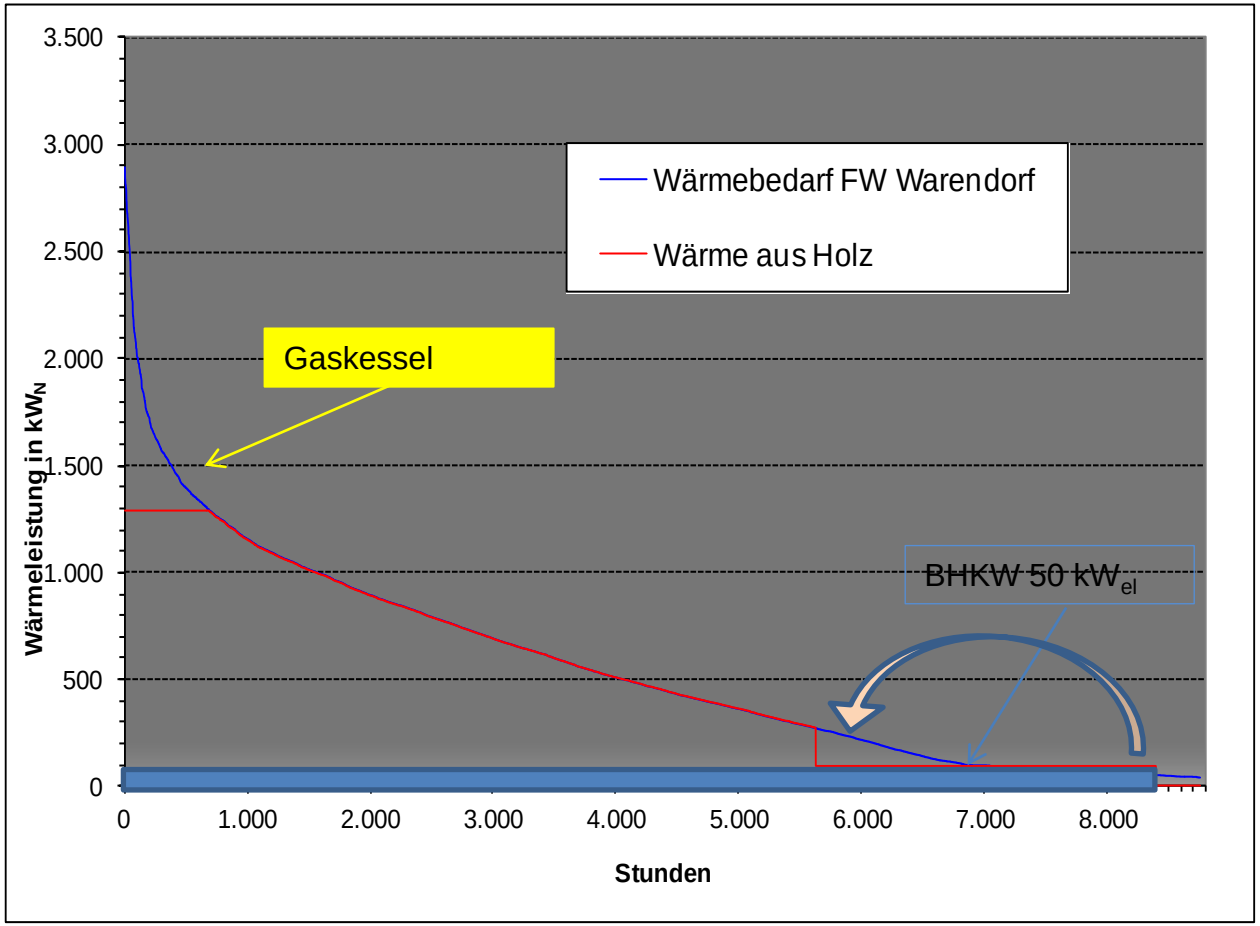
Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Zusammengefasste Wärmebedarfsstruktur in Variante 4



Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Variante 4: Darstellung der geordneten Jahresdauerlinie der zusammengefasten Wärmeverbraucher



Kenndaten:

Nutzwärmebedarf, tutto: 4.560 MWh/a

Fernwärmeverluste: 368 MWh/a

Wärmebedarf ab Heizwerk: 4.912 MWh/a

Auslegung Heizzentrale :

- Wärmeleistung: ca. 2,9 MW
- Holzkessel: 1,2 MW
- Gaskessel: 2 MW
- BHKW: 92 kW$_{th}$ 50 kW$_{el}$

Um die Fahrweise der Wärmeerzeuger zu optimieren, wird Wärme in Pufferspeichern zwischengespeichert.

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

VARIANTE 4 Berechnung der Wärmegestehungskosten => Fernwärmenetz WAF

Fernwärmeversorgung Warendorf öffentl. Gebäude und BG KvG-Strasse		
Eriichtung von Fernwärme und Biomasse Heizwerk am Hallenbad		
Kenngrößen		
Wärmebedarf Verbraucher	4.543.893	kWh_N/a
Netzverluste bei 80° VL-Temp.	368.351	kWh/a
Wärmebedarf ab Heizwerk	4.912.245	kWh/a
Kenngrößen BHKW-Anlage		
Laufzeit BHKW als Volllaststunden	8.200	h/a
Wärmeleistung	92,0	kW_N
Brennstoffleistung	156,0	kW
Wärme aus BHKW	754.400	kWh_N/a
Stromleistung *brutto*	50	kWel
Stromleistung *netto* (inkl Eigenbedarf)	48,5	kWel
Wirkungsgrad elektrisch	31,0%	
Netto-Strom aus BHKW	397.700	kWh_{el}/a
Brennstoffbedarf	1.279.200,0	kW_{Pr}
Brennstoffverbrauch Hs	1.419.912	kWh_{Pr}/a
Kenngrößen HHS-Kessel		
Wärmeerzeugung Kessel	3.788.045	kWh_N/a
Kessel-Nennleistung	1.200	kW_N
Spez. Bereitschaftsverlust	0,90%	[-]
Bereitschaftszeit	5.800	h/a
Betriebsstunden	3.157	h/a
Bereitschaftswirkungsgrad	99,25%	[-]
Abgasverluste	10%	[-]
Kesselwirkungsgrad	90%	[-]
Verschmutzungsfaktor	98%	[-]
Jahresnutzungsgrad	88%	[-]
Brennstoffbedarf Kessel (Hu)	4.327.203	kWh_{Pr}/a
Energieinhalt Holz bei w 35%	2.850	kWh/t
Brennstoffbedarf HHS in Tonnen/a	1.518	t/a
Entspricht in Schüttraummetern	6.073,27	Srm/a
Ascheanfall	38	t/a
Kenngrößen Heizungsanlage Spitzenlast-Gaskessel		
Wärmeerzeugung Gas-Kessel	369.892	kWh_N/a
Kessel-Nennleistung	2.000	kW_N
Spez. Bereitschaftsverlust	0,30%	[-]
Bereitschaftszeit	2.500	h/a
Betriebsstunden	185	h/a
Bereitschaftswirkungsgrad	96%	[-]
Abgasverluste (NT-Kessel)	7%	[-]
Kesselwirkungsgrad	93%	[-]
Verschmutzungsfaktor	100%	[-]
Jahresnutzungsgrad	90%	[-]
Brennstoffbedarf Kessel (Hu)	412.669	kWh_{Pr}/a
Brennstoffbedarf Kessel	433.302	kWh/a

Berechnung ann. Kapitalkosten, aufgeschlüsselt nach Nutzungsdauer					
	Investitionen	**ND**	**[%]**	**[€/a]**	
Abschreibung + Annuität	**Invest**	Jahre [a]	Annuität [%]	Kapitaldienst	€/a
Fernwärmetrasse mit KMR 1360 m Trasse	857.000	40	3,05%	26.100	€/a
Formstücke etc.	214.250	40	3,05%	6.525	€/a
Besonderheiten	107.125	40	3,05%	3.263	€/a
Übergabestationen	154.800	20	5,54%	8.578	€/a
Kosten Fernwärme Neubaugebiet	230.574	20	5,54%	12.777	€/a
KfW-Förderung Übergabestationen Neubaugebiet (je 1,8 T€)	**-54.000**	20	5,54%	-2.992	€/a
KfW-Förderung Übergabestationen öffentlich (je 1,8 T€)	**-18.000**	**20**	**5,54%**	**-997**	€/a
Hydraulik/Netzkomponenten in Heizzentrale	44.500	20	5,54%	2.466	€/a
Elektro- und übergeord. Regeltechnik	23.500	20	5,54%	1.302	€/a
Planung/Genehmigung/Gebühr Fernwärme	126.106	40	3,05%	3.841	€/a
Förderung Neubaugebiet Kfw 271 (60 Euro je lfm , max. 40%)	**-32.970**	20	5,54%	-1.827	€/a
Förderung öffentlich Kfw 271 (60 Euro je lfm , max. 40%)	**-76.680**	**40**	**3,05%**	**-2.335**	€/a
Holzkessel 1,2MW	400.000	20	5,54%	22.166	€/a
BHKW 50 kW_{el}	113.000	10	10,56%	26.396	€/a
hydraulische Einbindung (Puffersp.,Wasseraufber, Verteiler etc.)	250.000	20	5,54%	13.854	€/a
Spitzenlastgaskessel 2MW	50.000	20	5,54%	2.771	€/a
Planung/Genehmigung/Gebühr Kessel	77.000	20	5,54%	4.267	€/a
Anschlusskosten Gas, Wasser, Abwasser, Strom	22.200	20	5,54%	1.230	€/a
Baukosten	170.796	20	5,54%	9.465	€/a
Kamin	22.000	20	5,54%	1.219	€/a
Sonstiges	5.000	20	5,54%	277	€/a
Planung/Genehmigung Objekt Heizzentrale	24.200	20	5,54%	1.341	€/a
Förderung progress nrw. (max.15%), pauschal	-240.458	20	5,54%	-13.325	€/a
Förderung Kfw (271 Premium) 50 €/kW	-60.000	**20**	**5,54%**	**-3.325**	**€/a**
Zinssatz KfW Nr.271	**1,00%**		**Kapitaldienst**	**123.036**	**€/a**

Es sind Netto-Kosten in Höhe von rund 2,892 Mio. Euro zu tätigen.
Aufgrund der eingesetzten Fördermittel ergeben sich Netto-Investitionen von rund 2,4 Mio. Euro, die max. nach ND abgeschrieben werden.

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse

Erlöse Strom aus BHKW 50 kW el		
Stromerzeugung BHKW	410.000	kWh_{el}/a
Netto-Stromerzeugung	397.700	kWh_{el}/a
durch BHKW verdrängter Strombezug	119.403	kWhel/a
Stromkosten Bezug	21,00	Cent kW
Einsparungen Strombezug durch BHKW	**25.075**	**Euro/a**
40% EEG-Umlage auf selbst genutzten Strom*	2,75	Cent/kWh
Kosten EEG Umlage	3.011	Eur/a
Ins Netz eingespeister Strom	278.297	kWh_{el}/a
Strombezugskosten	21,00	ct/kWh_{el}
Stromvergütung nach EEX (2.Q 2017)	2,9780	ct/kWh_e
Vergütung für Stromeinspeisung EEX	8.288	EUR/a
KWK-Zuschlag bis 50 kW für eingespeiste Mengen	8,00	ct/kWh_e
Strommengen selbstgenutzt bis 50 kW	119.403	kWh el/a
KWK Bonus	4,0	ct/kWh_e
Vergütung KWK-Zuschlag bis 50 kW	4.776	EUR/a
Summe Vergütung nach KWKG	13.064	Euro/a
Vermiedene Netznutzungsentgelte Arbeit*	1,00	ct/kWh_e
Vergütung VNNE Arbeit	1.194	EUR/a
Summe Einsparung & Vergütungen nach Abzug EEG Umlage	**36.322**	

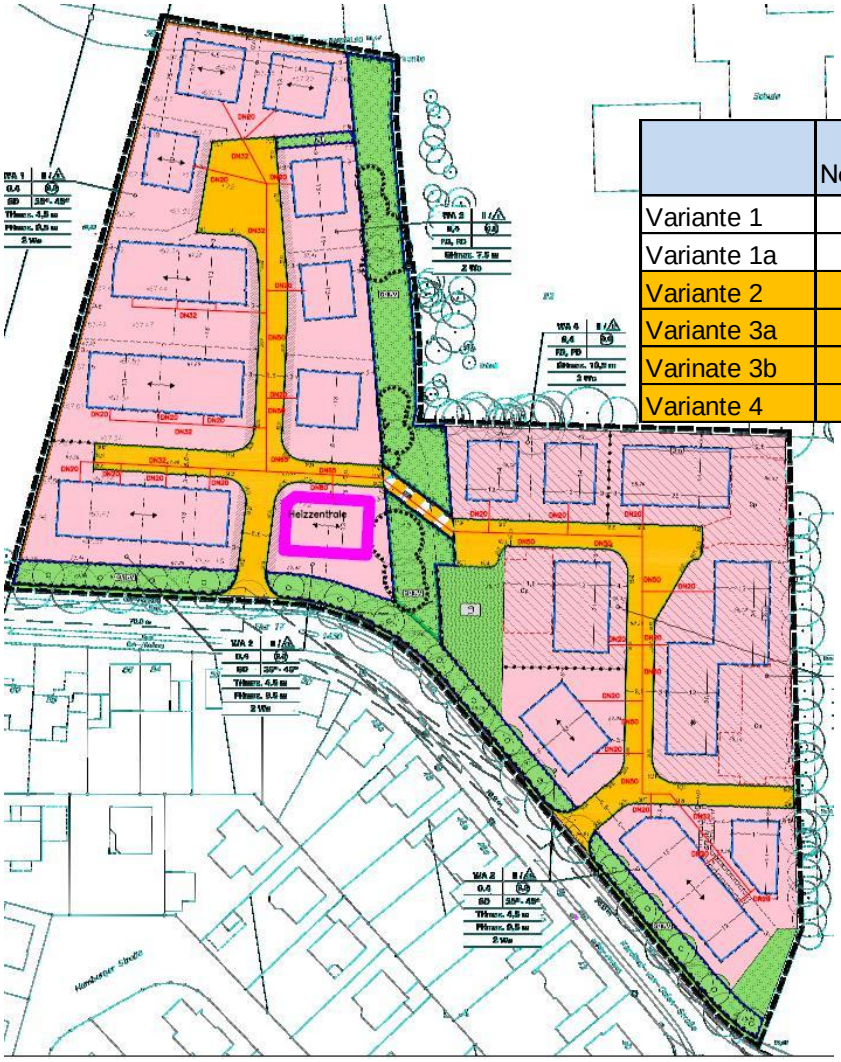
Verbrauchskosten	Netto-Preise	
Holzpreis	**11,50**	Euro/Srm
Holzkosten	69.843	Euro/a
Gaspreis BHKW	0,0256	€/kWh
Gaspreis Kessel	0,0300	€/kWh
Gaskosten Kessel	12.378	€/a
Gaskosten BHKW	36.321	€/a
Strombedarf Heizzentrale (Holz/Gas)	58.000	kWhel /a
Strombedarf Netz (12,5 kWh/MWh Nutzwärme)	61.403	kWh el/a
Strompreis	21,00	Cent/kWh
Summe Einsparung & Vergütungen nach Abzug EEG Umlage	36.321,71	€/a
Stromkosten Bezug	0	Euro/a
Verbrauchskosten	**82.220**	**€/a**

Betriebskosten		
Wartungskosten Netz und Anlagenteile	**24.223**	€/a
Personalkosten für Holzkessel (1 Gf Besch.)	**11.790**	€/a
Vollwartung BHKW 2,5 cent/kWh	**11.726**	€/a
Versicherung	**11.100**	€/a
Emissionsmessung+Sonstiges	**1.000**	€/a
Ascheentsorgung (68 €/ t)	**2.581**	€/a
Billing*		€/a
Verwaltung*		€/a
Betriebskosten	**62.420**	**€/a**
*) je nach Betreibermodell		
Jahreskosten bei Berücksicht. der Nutzungsdauer	**267.676**	**€/a**
WGK ergeben sich entsprechend	**58,91**	**€/MWh_N**

Auf die errechneten WGK müssen SW Warendorf noch Aufschlag für Wagnis/Gewinn rechnen.
Bei 6% Rendite auf das EK (= 25 % von 2,4 Mio.€) ergeben sich dazu Aufschläge von 36 T €/a.

Als Wärmeverkaufspreis errechnet sich so ein „auskömmlicher“ Wärmeverkaufspreis von 66,86 Euro je MWh Nutzwärme frei Kunde.

Zukünftige Wärmeversorgung Neubaugebiet KvG-Strasse



Übersicht: Die Varianten im Vergleich

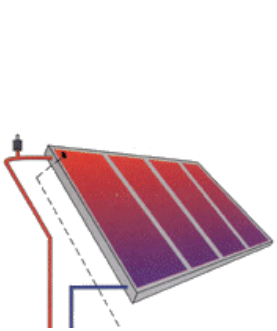
	Nettoinvest €	WGK netto €/MWh	Wärmekosten brtt in € je m² a	CO_2 Emission t/a tutto	CO2 Emission kg/kWh
Variante 1	721.980	161,98	11,76	59,5	0,112
Variante 1a	968.025	175,91	12,78	104,6	0,197
Variante 2	380.820	77,80	5,65	99,0	0,187
Variante 3a	321.330	131,88	9,61	37,7	0,071
Varinate 3b	393.210	109,29	7,94	59,7	0,113
Variante 4	2.409.942	60,23	4,64	47,17 (403,17)	0,089

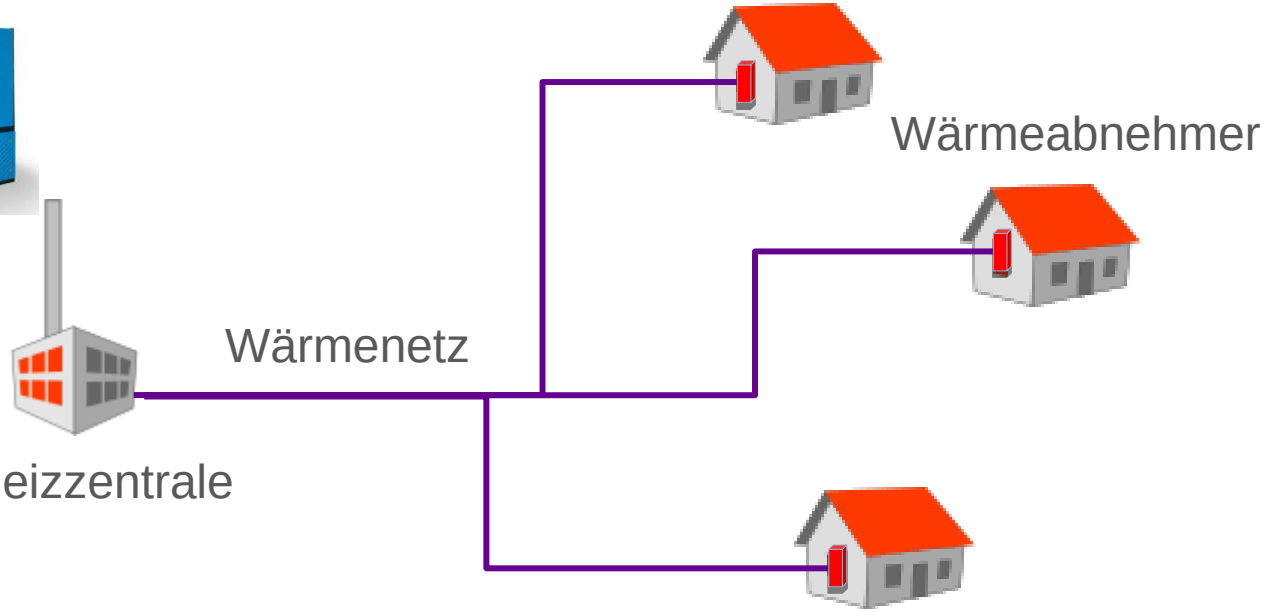
Eine Zentrale Wärmeversorgung birgt nicht nur Potenzial bei der Einsparung von Wärmekosten, sondern auch bei der Einsparung von CO_2 Emissionen.

EXKURS: NAHWÄRMEVERSORGUNG

Was ist eine Nahwärmeversorgung ?

Bestandteile der Nahwärme:
- Heizzentrale / Wärmeerzeugungseinheit(en)
- Wärmeleitungsnetz
- Wärmeübergabestation in den versorgten Objekten





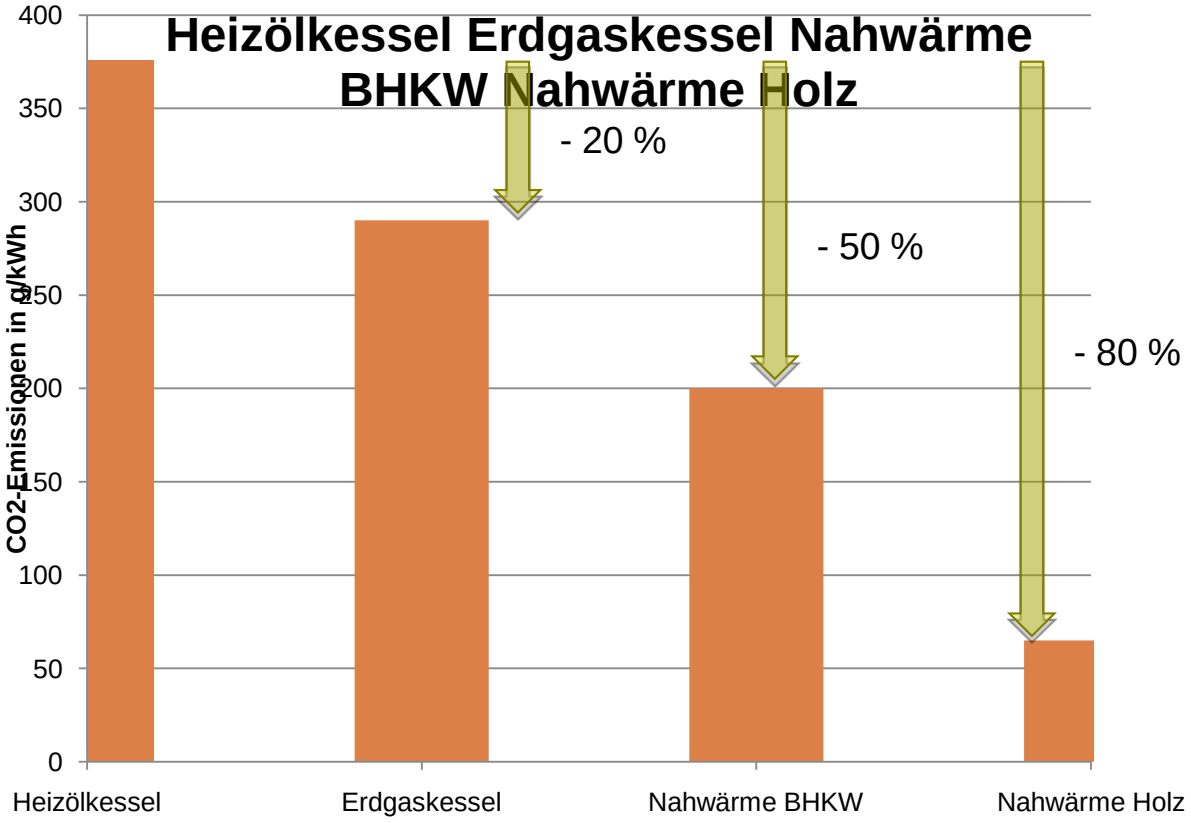
SINNVOLLE NAH- UND FERNWÄRMEVERSORGUNG:

- Die Entfernungen der Heizzentralen sollten nicht zu groß sein
- Je größer der Wärmebedarf desto größer kann die (wirtschaftlich sinnvolle) Entfernung sein
- Zur Abdeckung des Energiebedarfs sollte idealerweise
-
  - in der Grundlast ein BHKW zur Wärme- und Stromversorgung eingesetzt werden (auch dezentral)
  - in der Mittellast ein günstiger Energieträger (z.B. Holz) eingesetzt werden
  - die Spitzenlast durch (vorhandene) Gaskessel erzeugt werden

STANDORTE

- Dörfer oder Straßenzüge
  - mit höherer bis mäßiger Baudichte
  -
- Randgebiete um einen größeren Wärmeverbraucher
  - (Schule, Kindergarten, Mehrzweckgebäude etc.)
  -
- Gebiete in relativer Nähe einer bestehenden Erzeugungsanlage
  - (z.B. Biogasanlage, Heizkraftwerk)
  -
- Neubaugebiete

Ökologie

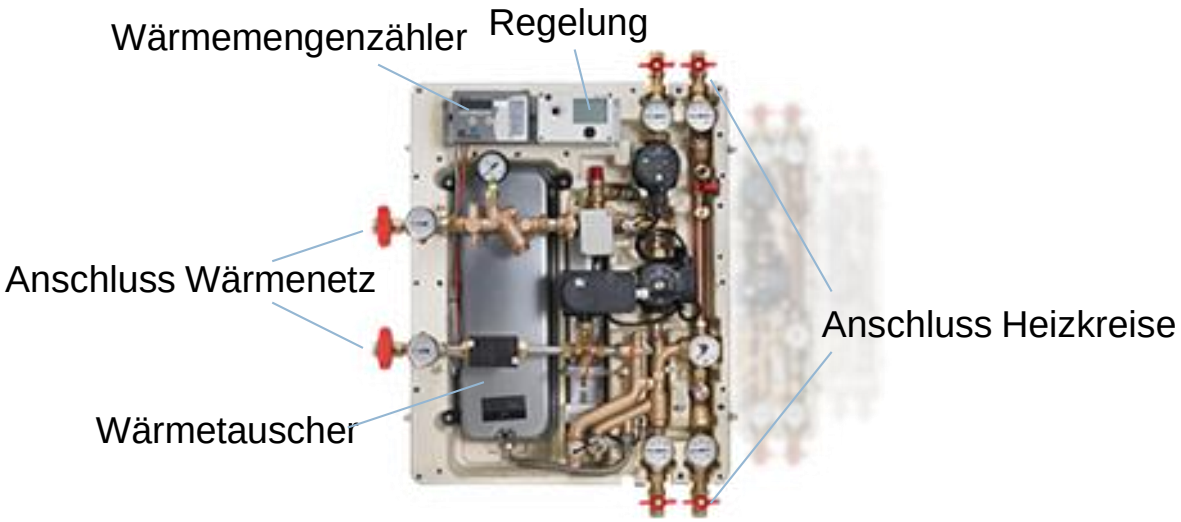

Heizölkessel Erdgaskessel Nahwärme BHKW Nahwärme Holz
CO2-Emissionen in g/kWh
400
350
300
250
200
150
100
50
0
- 20 %
- 50 %
- 80 %
Heizölkessel
Erdgaskessel
Nahwärme BHKW
Nahwärme Holz

Heizzentrale mit Biomasse-Kessel

Nahwärmenetz

Übergabestationen

bis ca. 90 kW



WIE SETZT SICH EIN WÄRMEPREIS ZUSAMMEN ? VERSORGUNG AUS EINER ERDGAS-KESSELANLAGE

1. Energiekosten: Einkauf von Erdgas

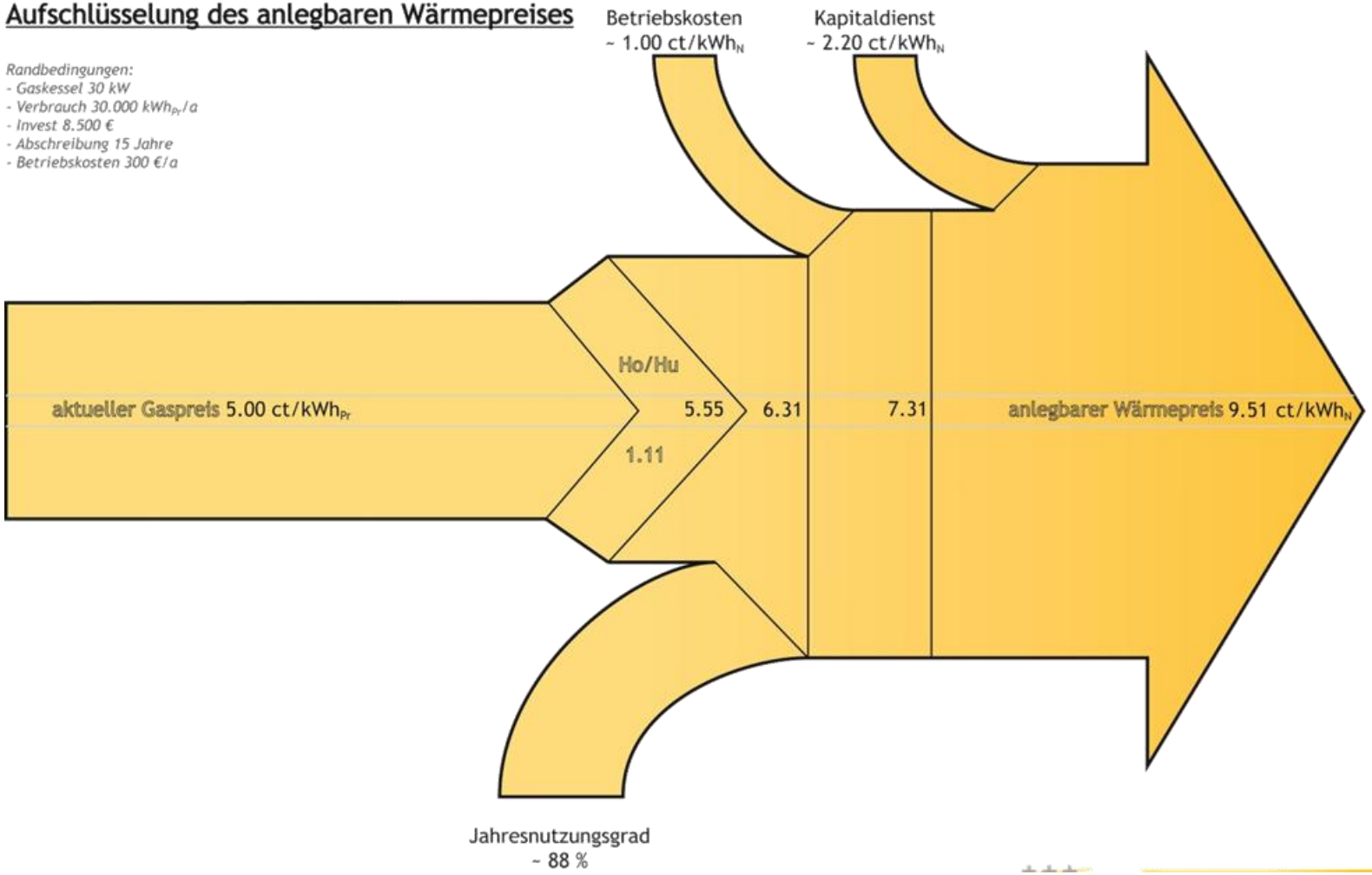
1. Betriebskosten:

   - Reparaturen
   - Schornsteinfeger
   - Kesselwartung
   - Versicherung (Heizöltank)

3. Investitionskosten

Aufschlüsselung des anlegbaren Wärmepreises

Randbedingungen:
- *Gaskessel 30 kW*
- *Verbrauch 30.000 kWh_{Pr}/a*
- *Invest 8.500 €*
- *Abschreibung 15 Jahre*
- *Betriebskosten 300 €/a*



WIE SETZT SICH EIN WÄRMEPREIS ZUSAMMEN ?

Beispiel: Einfamilienhaus, Gasheizung, 12.000 kWh Erdgasverbrauch

1. Energiekosten: Einkauf von Erdgas
   12.000 kWh x 5,35 Ct = 642 € / Jahr (Tarif GS Sunny Best Arbeitspreis)

   73 € / Jahr (Tarif GS Sunny Best Grundpreis)

   715 € / Jahr

2. Betriebskosten:
   - Reparaturen 100 € / Jahr (im Schnitt über 25 Jahre)
   - Schornsteinfeger 60 € / Jahr
   - Kesselwartung 100 € / Jahr
   - Versicherung -

WIE SETZT SICH EIN WÄRMEPREIS ZUSAMMEN ?

Beispiel: Einfamilienhaus, Gasheizung, 12.000 kWh Erdgasverbrauch

3. Investitionskosten

Kessel / Brenner, Gasanschluss	~ 8.000 €	
Kredit über 15 Jahre, 3 % Zins	650 € / Jahr	
Summe		1.625 € / Jahr

WIE SETZT SICH EIN WÄRMEPREIS ZUSAMMEN ?

Beispiel: Einfamilienhaus, Gasheizung, 12.000 kWh Erdgasverbrauch

Ausgaben	1.625 € / Jahr bzw. 135 € / Monat

12.000 kWh Erdgas (Brennwert)

↓ Umrechnung auf Heizwert

10.800 kWh Erdgas (Heizwert)

↓ 90 %Jahresnutzungsgrad Kessel

9.720 kWh Wärme

Wärmepreis	16,8 Ct / kWh Wärme

IM VERGLEICH: NAHWÄRMEVERSORGUNG

Es fallen lediglich Energiekosten für den Einkauf von Wärme an

keine Wartungskosten !
keine Reparaturkosten !
keine Schornsteinfegerkosten !
keine Investition (die Wärmeübergabestation wird gestellt)

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE:

Heizzentrale mit BHKW (50 / 100 kW), Grundschule Leopoldshöhe-Asemissen

HEIZZENTRALEN MIT BHKW

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE:

HEIZZENTRALEN MIT HOLZHACKSCHNITZELKESSEL

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE:

HEIZZENTRALE MIT HOLZHACKSCHNITZELKESSEL UND BRENNSTOFF-WECHSELCONTAINER