



Machbarkeitsstudie und Wirtschaftlichkeitsanalyse Wärmeversorgung – Neubaugebiet „Dorenberg III“

Betrachtete Varianten:

- ***KWK-BHKW***
- ***Abwärmennutzung einer BGA***
- ***Holzhackschnitzel-Kessel***

***Bastian Hoffmann,
IngenieurNetzwerk Energie eG***

Bau- und Planungsausschuss: Glandorf, 25.01.2018



Die Gemeinschaftsidee wurde 2014 in das bundesweite Verzeichnis des immateriellen Kulturerbes aufgenommen



Wer ist die iNeG?



- Die iNeG ist ein genossenschaftlich geprägtes und organisiertes Unternehmen mit 23 Mitarbeitern
- Unsere (46) Gesellschafter sind z. B.:
Kreditinstitute, Produktions-, Waren- und Energie-eG's
- 2007 Gegründet auf Basis des ausgeprägten Kundenwunsches
„sicherstellen einer neutralen Beratung“
- Die iNeG ist ein völlig unabhängiges Unternehmen. Daher ist sichergestellt, dass alle Beratungsleistungen neutral erbracht werden.

Beratung, Planung und Realisierung von:

EEG/ KWK-G-Anlagen

- ⊗ Photovoltaikanlagen
- ⊗ Biogasanlagen
- ⊗ Blockheizkraftwerke EEG/KWK-G
- ⊗ Nahwärmenetze
- ⊗ Windenergieanlagen „Bürgerwindpark“

Sanierung/ Modernisierung

- ⊗ Technische Gebäudeausrüstung (TGA)
- ⊗ Trink- und Schwimmbadwasser-
aufbereitungsanlagen
- ⊗ Heiz-/ Sanitär-/ Lüftungszentralen
- ⊗ Wärmerückgewinnung
- ⊗ Meß- und Regelungstechnik
- ⊗ Energieeffizienzberatung
(NKI, BLE, bafa, kfw,...)
- ⊗ Geschäftsfelder-Check für Stadtwerke

...

Seminare / Studien

- ⊗ Beschaffung von EEG-Brennstoffen
- ⊗ Wohn- und Nicht-Wohngebäude:
Energiepass
- ⊗ Vertragsmanagement –
Energiebezug/ Contracting
- ⊗ Studien und Energiekonzepte

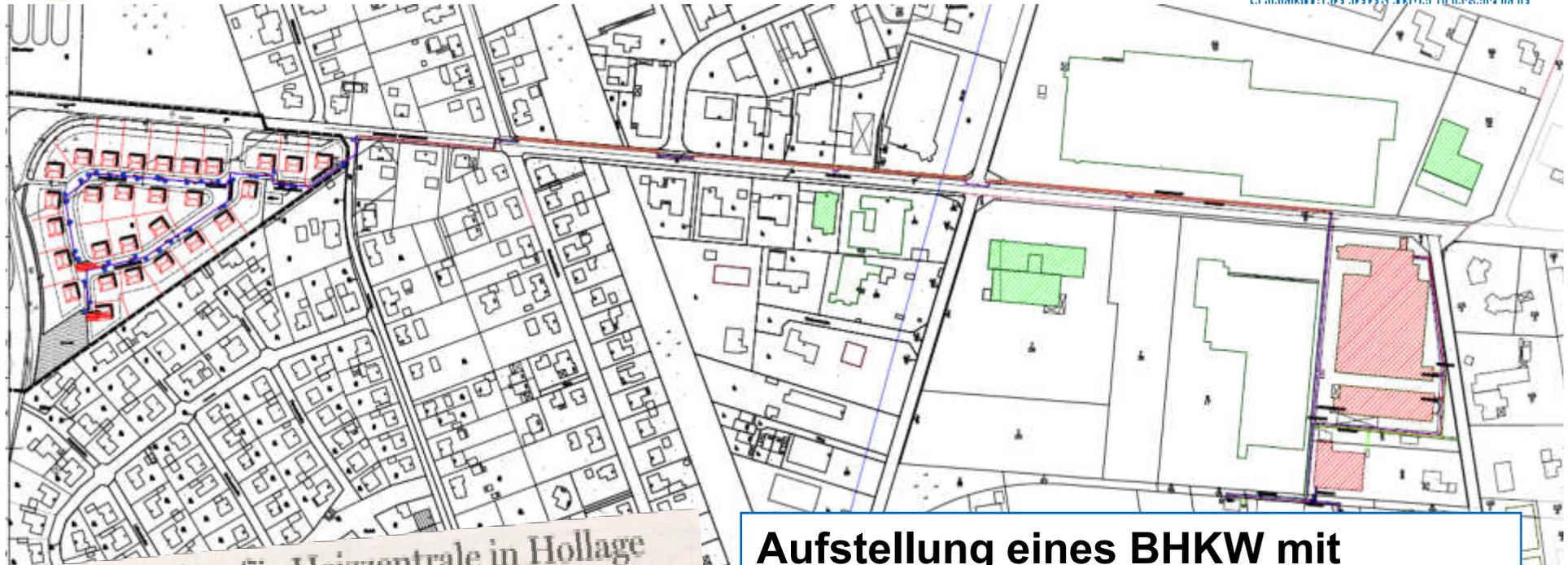
Kunden

- ⊗ Über 71 Energiegenossenschaften
- ⊗ Industrie/ Gewerbe
- ⊗ Städte / Gemeinden
- ⊗ Stadtwerke
- ⊗ Landwirtschaft
- ⊗ Fachhochschulen



Heizzentrale

- Errichtung und Betrieb durch örtliche Stadtwerke
- Wärmequelle: Erdgas-BHKW + Brennwertkessel
- 29 Einfamilienhäuser (Neubau) + 2 MFH (Neubau)
- 1010 m Trassenlänge
- 350.000 kWh/a Wärmeverkauf
- Einsparung, ca. 10 % der Wärmekosten



Aufstellung eines BHKW mit Lieferung des Stromes an Gewerbe und Wärme an Gewerbe und Wohnbebauung

- **Kostenvorteil-Gewerbe:**
 - 25 % (Strom und Wärme)
- **Kostenvorteil-Neubau, EFH:**
 - 15 % (Wärme)



E-Mobilität



Wärmepumpe



Photovoltaik 4 kW pro Haus



- Intelligente Straßenbeleuchtung
- Zentraler Stromspeicher
- DSL- und Telefonversorgung über LWL
- Smart Grid
- Smart meter/ intelligente Haushaltsgeräte
- Elektromobilität / zentrale Schnellladestationen
- Carsharing

Blockheizkraftwerk / Holzvergaser / Holzessel



Speicher ther. / elektr.

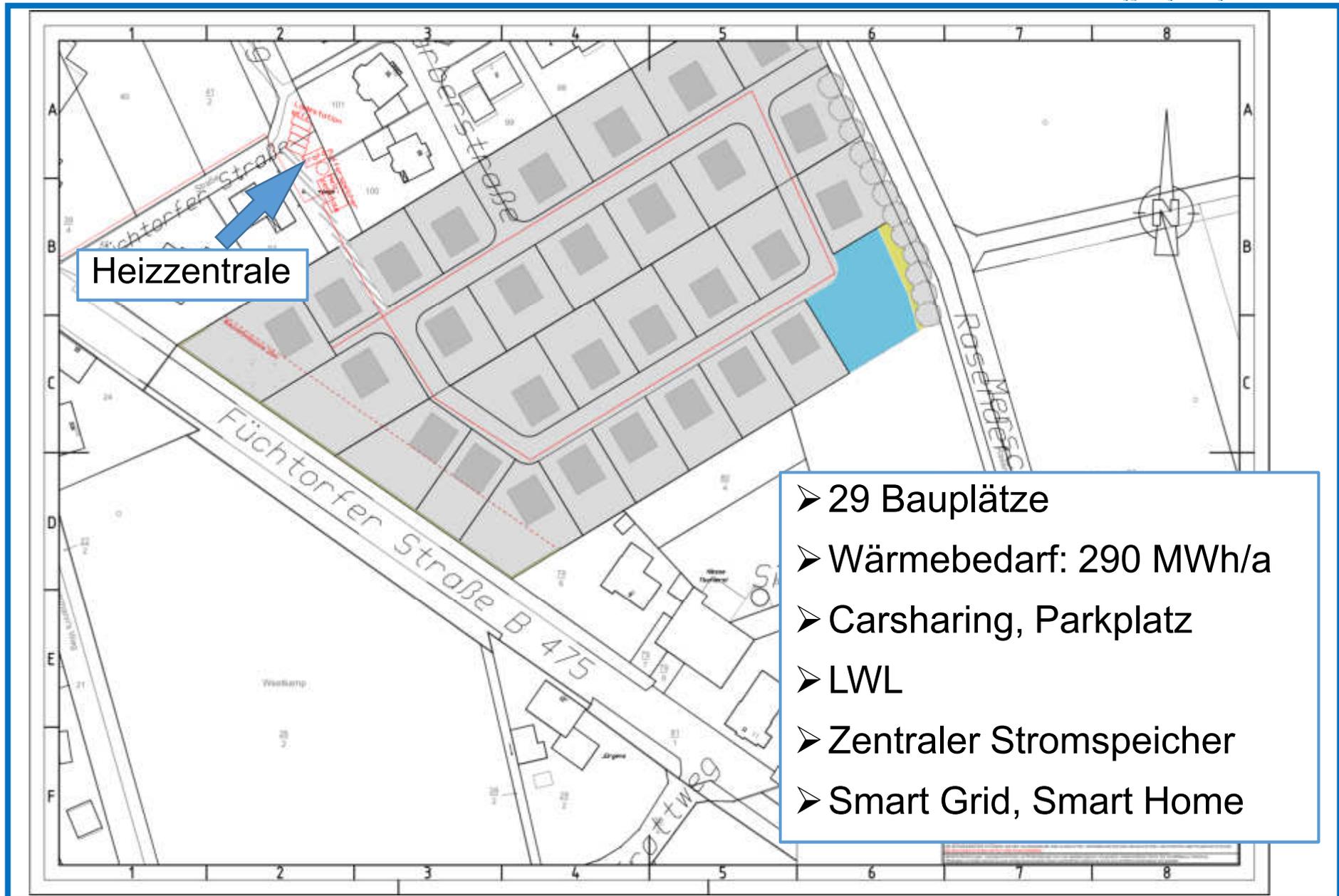


Solarthermie



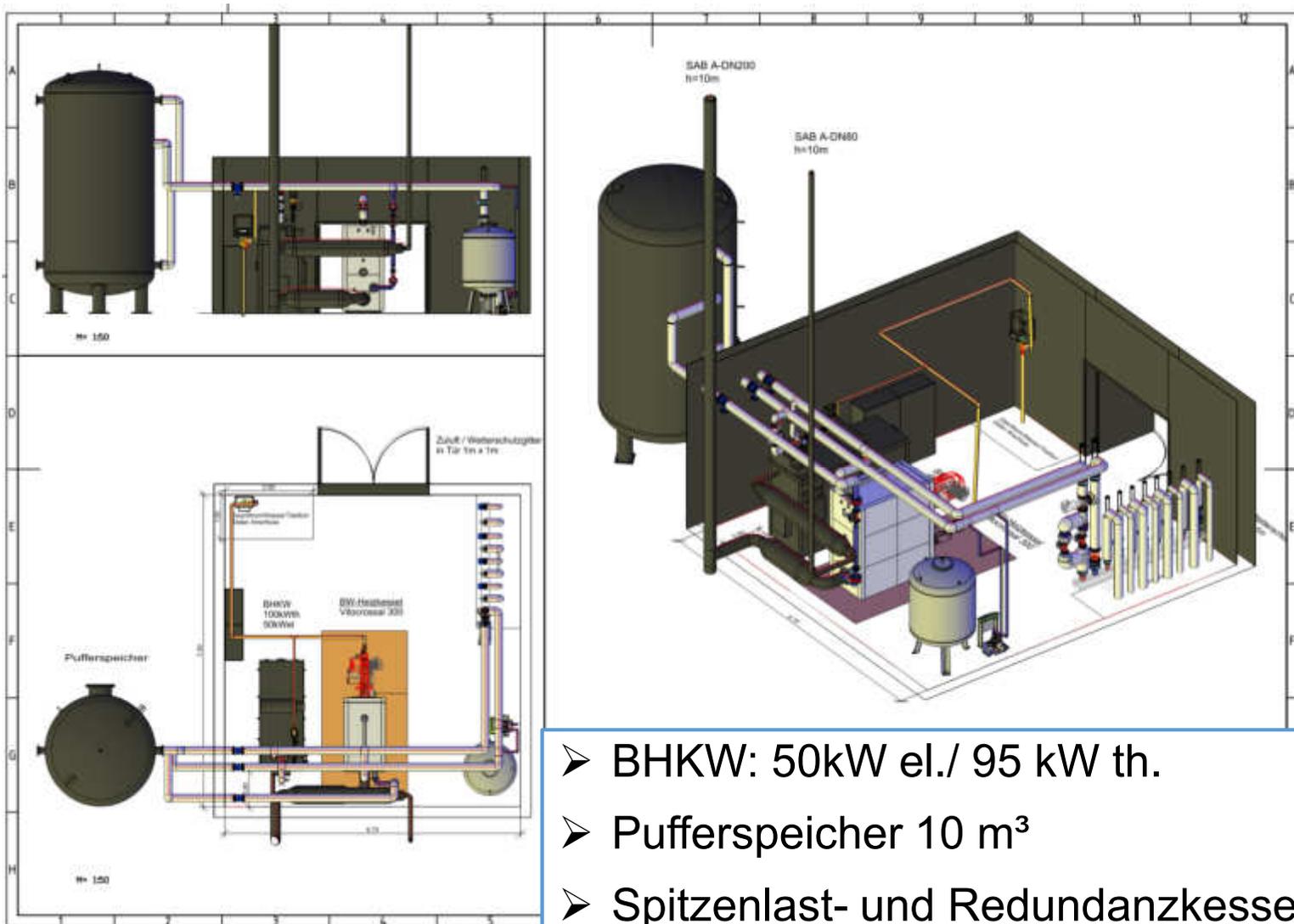


Lageplan Detail Baugebiet





Detail Heizzentrale (Beispiel)



- BHKW: 50kW el./ 95 kW th.
- Pufferspeicher 10 m³
- Spitzenlast- und Redundanzkessel: 250 kW
- Platzbedarf Heizzentrale: 100 m²



Wärmebedarf 10.000kWh/a je EFH
(EnEv2016-Gebäude mit 150m² Wohnfläche bzw. 250m² Nutzfläche)

Brennstoffpreise (netto):

- | | |
|------------------------|-------------|
| ➤ Biomasse (Holz) | 19,70 €/MWh |
| ➤ Erdgas | 30,00 €/MWh |
| ➤ Heizöl | 51,00 ct/l |
| ➤ Strombezug | 180 €/MWh |
| ➤ Wärmeeinkauf von BGA | 5€/MWh |



Betrachtete Varianten

1. Variante

50kW-KWK-BHKW
Kessel

2. Variante

BioGasAnlage

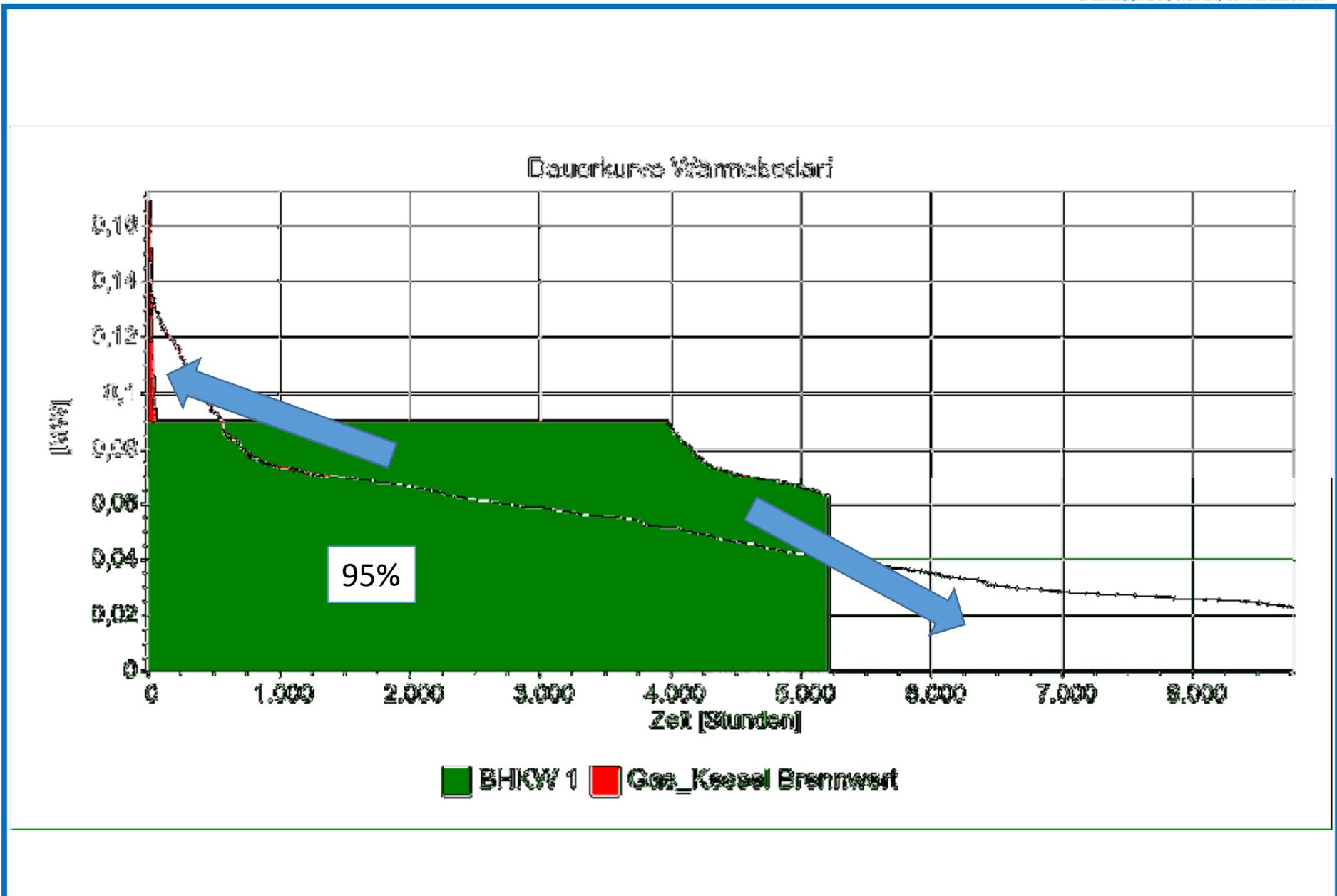
3. Variante

HolzHackSchnitzel-

- In allen Varianten ist folgendes vorgesehen:
- Je ein Erdgasbrennwertkessel zur Deckung der Spitzenlast bzw. als Redundanz zur Erhöhung der Versorgungssicherheit
- Eine Heizzentrale (ca. 7x7m) und Pufferspeicher (ca. 10m³) im Baugebiet
vgl. Plan
- Mitverlegung des Wärmenetzes im Neubaugebiet im Zuge der Erschließungsarbeiten
- Wärmenetzseitige Installation der Übergabestationen (inkl. Trinkwarmwasserbereitung) in den Häusern der Wärmekunden (Durchfluss oder Speicher)



Dauerkurve Wärmebedarf





1. Energiebedarfsdaten

		1.Variante	2.Variante	3.Variante
		KWK-BHKW + Erdgaskessel	BGA + Erdgaskessel	HIB-Kessel + Erdgaskessel
Summe Bedarf ohne Rohrleitungsverluste	MWh/a	290	290	290
Summe Bedarf mit Rohrleitungsverlusten	MWh/a	426	473	426

1.1 Anschlussnehmer

Nummer	Beschreibung	Wärmes Anschlussnehmer			1.Variante	2.Variante	3.Variante
		Wärmestart [kW wärme]	Nutzwärme- bedarf [kW/a]	Anschluss- leistung [kW]			
1	EFH-ErEV2016	1. Standardtarif	12	12	29	29	29
2		1. Standardtarif	0	0			
3		1. Standardtarif	0	0			
4		1. Standardtarif	0	0			
5		1. Standardtarif	0	0			

Zusammenfassung Wärmekunden

Hausanschluss	Stück	29	29	29
Anschlussleistung	kW	348	348	348
Gleichzeitigkeit der Wärmeabnehmer	%	100%	100%	100%
Anschlussleistung Wärmekunden unter Berücksichtigung der	kW	348	348	348
Wärmebedarf	MWh/a	290	290	290
durchschnittliche Wärmeverbrauch	kWh	633	633	633

1.2 Fernwärmenetze / Rohrleitungsverluste

Fernwärmenetze	m	420	420	420
Hausanschlüsse	m	348	348	348
Trassenlänge gesamt	m	768	768	768
Entfernung zum letzten Wärmeabnehmer	m	200	1000	200
Verlustleistung Fernwärmenetz	kW	15	37	15
Jahresverluste	MWh/a	135	283	135
Anteil Rohrleitungsverlust auf Abnahme	[%]	46%	98%	46%
Anteil Rohrleitungsverluste auf Einspeisung	[%]	32%	49%	32%
Wärmehilfsleistung	MWh/a	0,55	0,35	0,55

1.3 sonstiger Bedarf (Fernwärmebeheizung/Trocknung/Energiebedarf (Kfz))

Anschlussleistung Gesamt	kW	393	385	393
Summe Wärmebedarf ohne Rohrleitungsverluste	MWh/a	290	290	290
Summe Wärmebedarf mit Rohrleitungsverluste	MWh/a	426	473	426



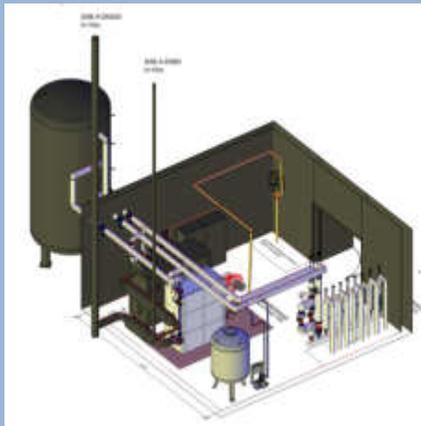
Investitionskosten

		1.Variante		2.Variante		3.Variante	
		KWK-BHKW + Erdgaskessel		BGA + Erdgaskessel		HHS-Kessel + Erdgaskessel	
Einheit							
Investitionskapitalbedarf Gesamt		500.288 €		562.610 €		556.472 €	
Kostengliederung		Eingabe	Summen und Schätzungen	Eingabe	Summen und Schätzungen	Eingabe	Summen und Schätzungen
Grundstück	€		15.000 €		13.500 €		18.000 €
Herrichten und Erschließen	€		4.000 €		4.000 €		4.000 €
Bauwerk - Baukonstruktion	€	25.000 €	48.760 €	20.000 €	96.810 €	30.000 €	53.760 €
Bauwerk - Technische Anlage	€		352.313 €		357.449 €		391.633 €
Außenanlagen	€		0 €		0 €		0 €
Ausstattung und Kunstwerke	€		0 €		0 €		0 €
Baunebenkosten	€		80.215 €		90.852 €		89.079 €



Zusammenfassung

	1.Variante	2.Variante	3.Variante
	KWK-BHKW + Erdgaskessel	BGA + Erdgaskessel	HS-Kessel + Erdgaskessel
Jahresausgaben			
kapitalgebundene Kosten unter Berücksichtigung der Fördermittel und N	14.430 €	13.299 €	17.669 €
bedarfsgebundene Kosten (Energiekosten)	25.180 €	6.474 €	11.898 €
betriebsgebundene Kosten (Betriebsführung+Instandhaltung)	12.992 €	5.415 €	7.825 €
sonstige Kosten	2.730 €	2.996 €	2.952 €
Jahresausgaben gesamt	55.333 €	28.185 €	40.344 €
Jahreseinnahmen			
Einnahmen durch Wärmeverkauf	34.800 €	34.800 €	34.800 €
Einnahmen durch Stromeinspeisung	25.307 €	0 €	0 €
Energiesteuerrückerstattung	4.095 €	0 €	0 €
Einsparung Eigenstromnutzung	0 €	0 €	0 €
Jahreseinnahmen gesamt	64.202 €	34.800 €	34.800 €
Einnahmen - Ausgaben (Überschuss)	8.869 €	6.615 €	-5.544 €
plus zzgl. Enspargung Stromsteuer (2,05ct/kWh) im Stromvertri	4.352 €		



Wärmeerzeuger

Rohrleitungen

Wärmemengen- zähler

Hausstation

100% des Wärmebedarfes durch BHKW / BGA / HHS / Kessel gedeckt

Durch die Rohrleitung wird die Wärme in Form von Heißwasser transportiert.

Die tatsächlich abgenommene Wärme wird über einen geeichten Wärmemengen-zähler gemessen.

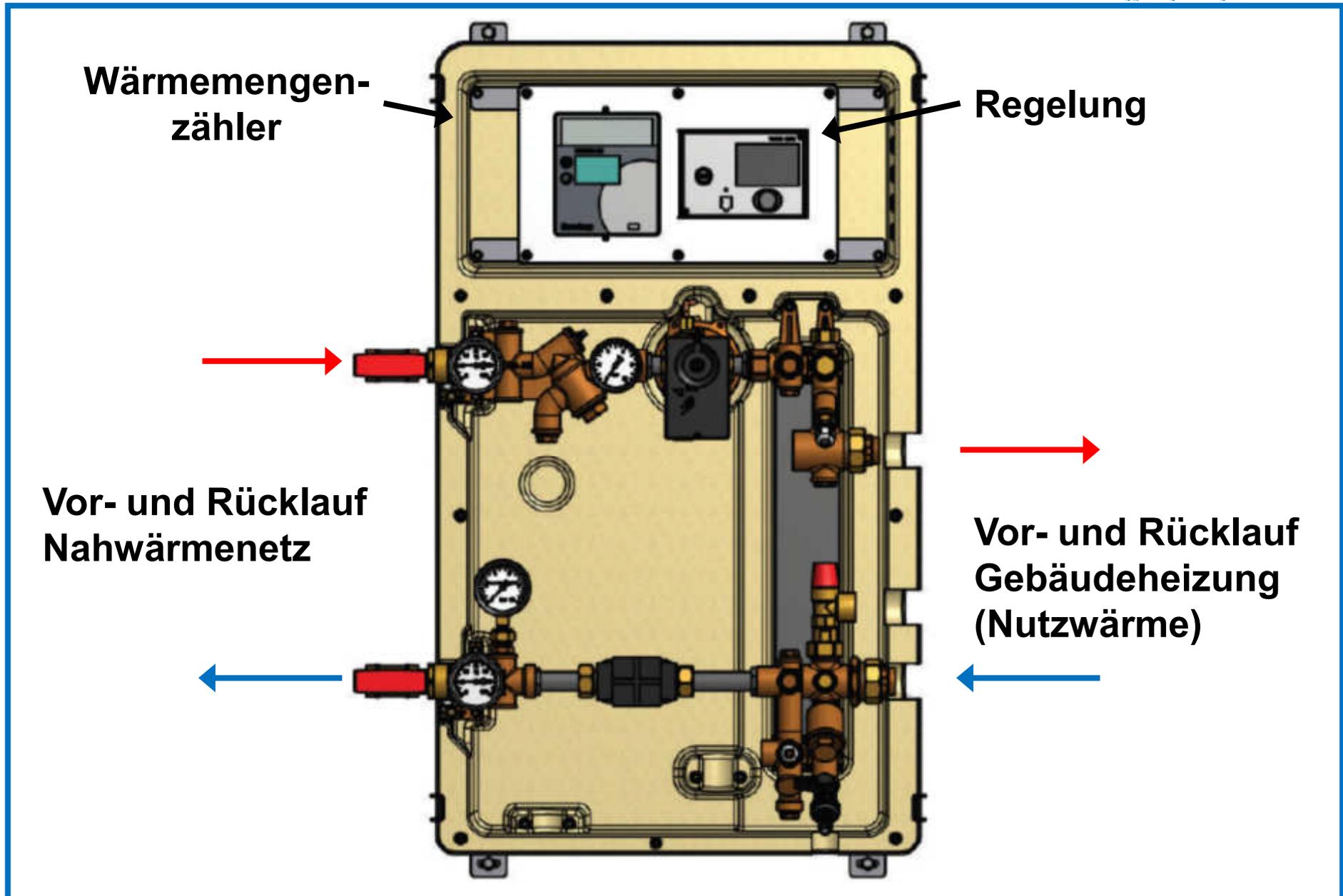
Diese Anlage ersetzt die Heizung. Thermische Solaranlagen können weiterhin genutzt werden

Nahwärmeübergabestation



Nahwärmeleitungen







- Die baurechtlichen Anforderungen der EnEV berechnet in einem speziellen Verfahren den

Jahresprimärenergiebedarf QP

und den

Transmissionswärmeverlust H'T

und legt hierfür Grenzwerte fest, die zwingend einzuhalten sind.

- Weiterhin regelt das Erneuerbare Energie Wärme Gesetz (EEWärmeG) bei der Versorgung von Gebäuden einen Mindesteinsatz (15%) an erneuerbaren Energien.



Primärenergiefaktor fp

Primärenergiefaktoren für unterschiedliche Energieträger

$$f_{prim} = \frac{(1+\sigma) \cdot \eta_{KWK} \cdot f_{gas} + (1-\sigma_{KWK}) \cdot f_{gas}}{\eta_{KWK} \cdot f_{gas} + \sigma_{KWK} \cdot f_{gas}} + \frac{(1-\sigma_{KWK}) \cdot f_{gas}}{\eta_{KWK} \cdot f_{gas} + \sigma_{KWK} \cdot f_{gas}}$$

$$\frac{(1-\sigma_{KWK}) \cdot f_{gas}}{\eta_{KWK} \cdot f_{gas} + \sigma_{KWK} \cdot f_{gas}}$$

EnEV 2016

Erdgas	1,1
Heizöl	1,1
Strom	1,8
Nahwärme aus KWK	0 - 0,7
Holz	0,2

Durch die Auswahl der Energieträger (z.B. Wärme aus einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (BHKW)) oder Holzkessel,... kann der erforderliche Energieausweis für Neubauten positiv beeinflusst werden!





EnEV 2016 + Erfüllung des EEWärmeG

Jahresprimärenergiebedarf (Wärmeerzeugung) $Q_p = < 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Transmissionswärmebedarf (Gebäudehülle) $H_T = < 0,40 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Erhöhte Anforderungen und erfüllbare Chancen bei der KfW-Förderung

KfW- Effizienzhaus	55	40	40 PLUS
Q_p in % Q_{pRef}	55	40	40
H_T in % H_{TRef}	70	55	55
Zusätzliche Anforderungen			Plus Paket
Zinsgünstiges Darlehn	100.000€	100.000€	100.000€
Förderung	bis zu 5.000€	bis zu 10.000€	bis zu 15.000€



Wärmepreis (alle Angaben, Netto)

Beispiel EFH mit 10.000 kWh Nutzwärmebedarf pro Jahr:

Anschlusspreis 8.000 € (einmalig)

Wärmekundentarif:

Grundpreis: 54,17 €/Monat (netto) zzgl. MwSt.

Arbeitspreis: 5,5 ct/kWh (netto) zzgl. MwSt.



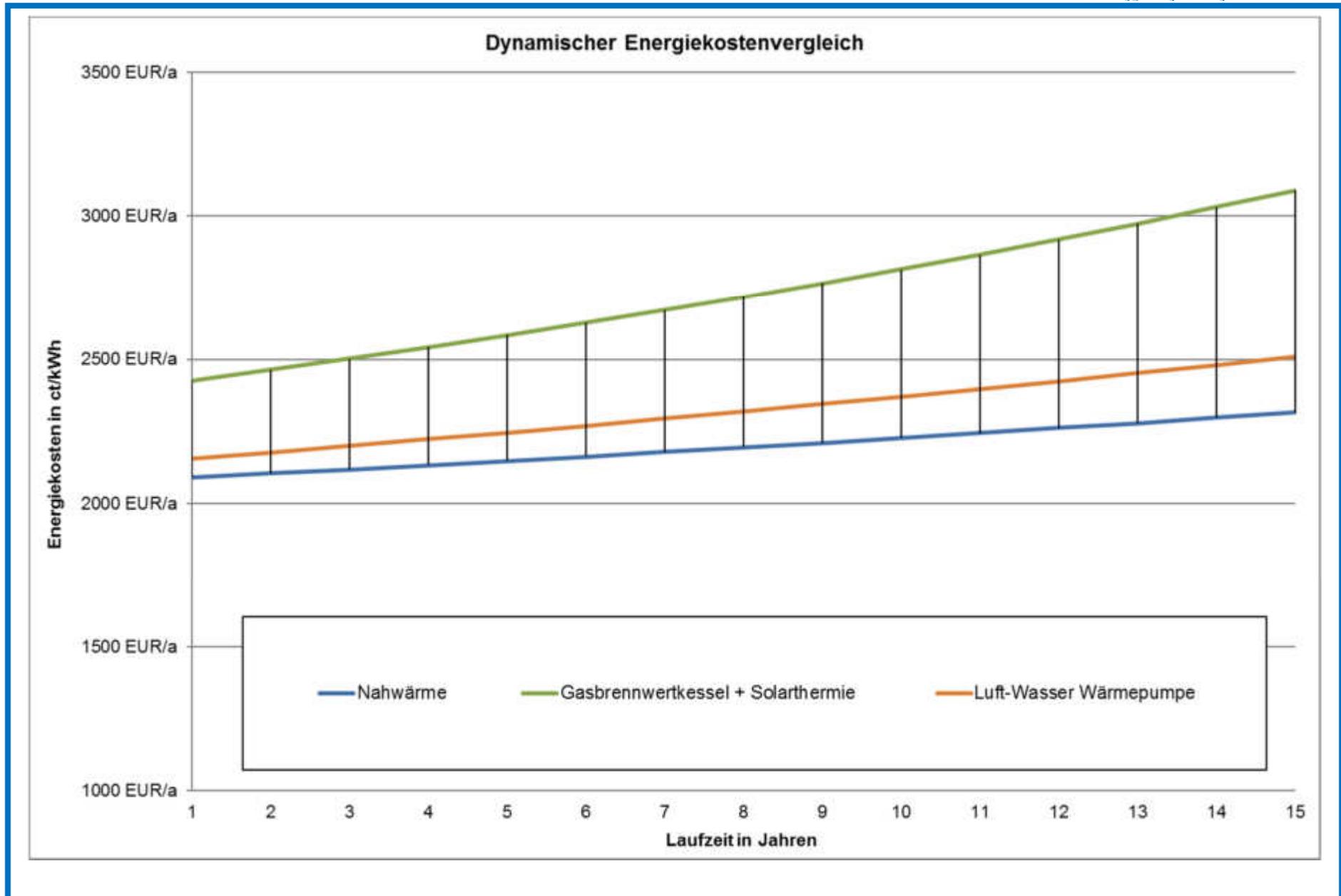
Inkl.
Wartung,
Instandhaltung

Es wird nur die Nutzwärme abgerechnet → keine Kesselverluste



Anforderungen an Neubauten

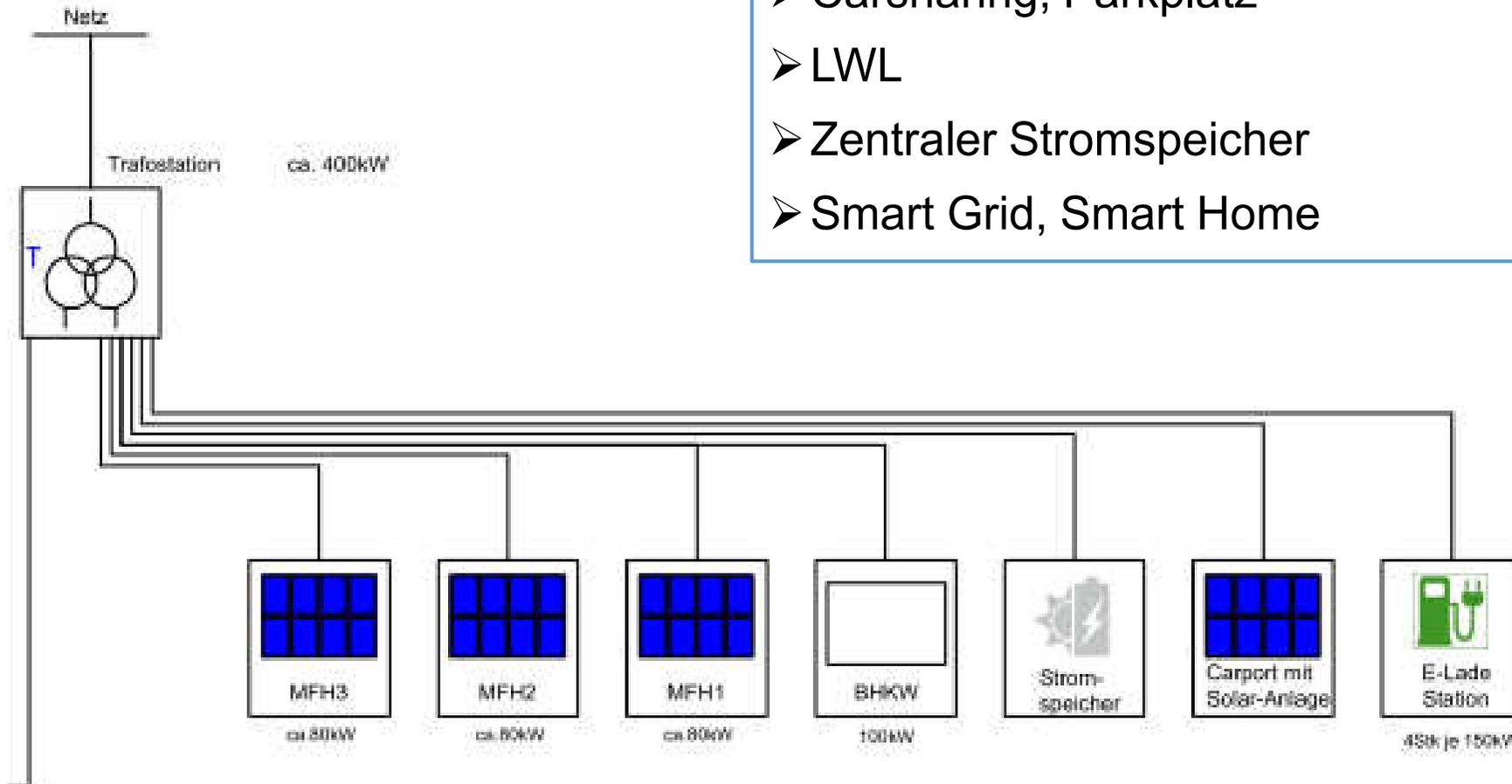
	Nahwärme	Gasbrennwertkessel + Solarthermie	Luft-Wasser Wärmepumpe
Primärenergiebedarf ca.	6391 kWh/a	10456 kWh/a	5294 kWh/a
Primärenergiefaktor	0,6	1,1	1,8
Brennstoffeinsatz	10000 kWh/a	9506 kWh/a	2941 kWh/a
Energieinhalt Heizwert/Brennwert		0,9124	1
Brennstoffeinsatz (Heizwert)		8673 kWh	2941 kWh
Jahresnutzungsgrad (bez auf Heizwert)		98%	340%
davon Solare Deckung		1500 kWh	
Nutzwärmebedarf	10000 kWh	10000 kWh	10000 kWh
Anschlussleistung	0 kW	0 kW	0 kW
Energiekosten			
Grundkosten (netto)	650 EUR/a	125 EUR/a	54 EUR/a
Arbeitspreis (netto)	5,50 ct/kWh	4,43 ct/kWh	20,64 ct/kWh
Arbeitskosten (netto)	550 EUR/a	421 EUR/a	607 EUR/a
Stromkosten (Regelung, Gebläse, Pumpen, Warmwasserbereitung)	18 EUR/a	80 EUR/a	52 EUR/a
Wartung und Ersatzteile nach BDEW-Studie	0 EUR/a	286 EUR/a	151 EUR/a
Schornsteinfeger	0 EUR/a	25 EUR/a	0 EUR/a
Stromvergütung/eingesparte Strombezugskosten	0 EUR/a	0 EUR/a	0 EUR/a
Jahresheizkosten (netto)	1218 EUR/a	937 EUR/a	864 EUR/a
Investition nach Förderung	8000 EUR	15168 EUR	13025 EUR
Kapitalgebunden Kosten	538 EUR/a	1103 EUR/a	947 EUR/a
Vollkostenrechnung			
Gesamtkosten (netto)	1756 EUR/a	2039 EUR/a	1811 EUR/a
MwSt.	334 EUR/a	387 EUR/a	344 EUR/a
Gesamtkosten (brutto)	2090 EUR/a	2427 EUR/a	2156 EUR/a
Kosteneinsparung Nahwärme		14%	3%





Weitere Projektmaßnahmen

- PV-Anlagen, Dach-/Freiflächen
- E-Mobilität
- Carsharing, Parkplatz
- LWL
- Zentraler Stromspeicher
- Smart Grid, Smart Home



Bsp.:

- Einfamilienhaus: ca. 2.500 bis 4.500 kWh-Strom/ Jahr
- ca. 7 m²(PV)-Dachfläche: ca. 850 bis 950 kWh-PV-Strom/ Jahr

PV-Anlage EFH		Investition					PV-Eigenstromnutzung	EK-Rendite (30%EK)
Anlagengröße	Ausrichtung	Batteriespeicher	Photovoltaikanlage	Speicher	Förderung	Summe		
3,9 kWp	Süd	0,0 kWh	5.850,00 €	- €	- €	5.850,00 €	25,1%	9,5%
3,9 kWp	Süd	2,3 kWh	5.850,00 €	4.485,00 €	1.365,00 €	8.970,00 €	65,3%	6,8%
7,8 kWp	Süd	0,0 kWh	11.700,00 €	- €	- €	11.700,00 €	16,2%	7,8%
7,8 kWp	Süd	2,3 kWh	11.700,00 €	4.485,00 €	1.365,00 €	14.820,00 €	38,3%	7,3%
4,16 kWp	Ost-West	0,0 kWh	6.240,00 €	- €	- €	6.240,00 €	28,4%	-0,2%
4,16 kWp	Ost-West	2,3 kWh	6.240,00 €	4.485,00 €	1.365,00 €	9.360,00 €	71,5%	-4,7%
3,9 kWp	Ost	0,0 kWh	5.850,00 €	- €	- €	5.850,00 €	26,4%	2,3%
3,9 kWp	West	0,0 kWh	5.850,00 €	- €	- €	5.850,00 €	30,3%	5,7%

- Verbesserung der Rendite durch zentralen Stromspeicher
- Ggf. zentraler Einkauf und Betrieb für PV-Anlagen



Carsharing



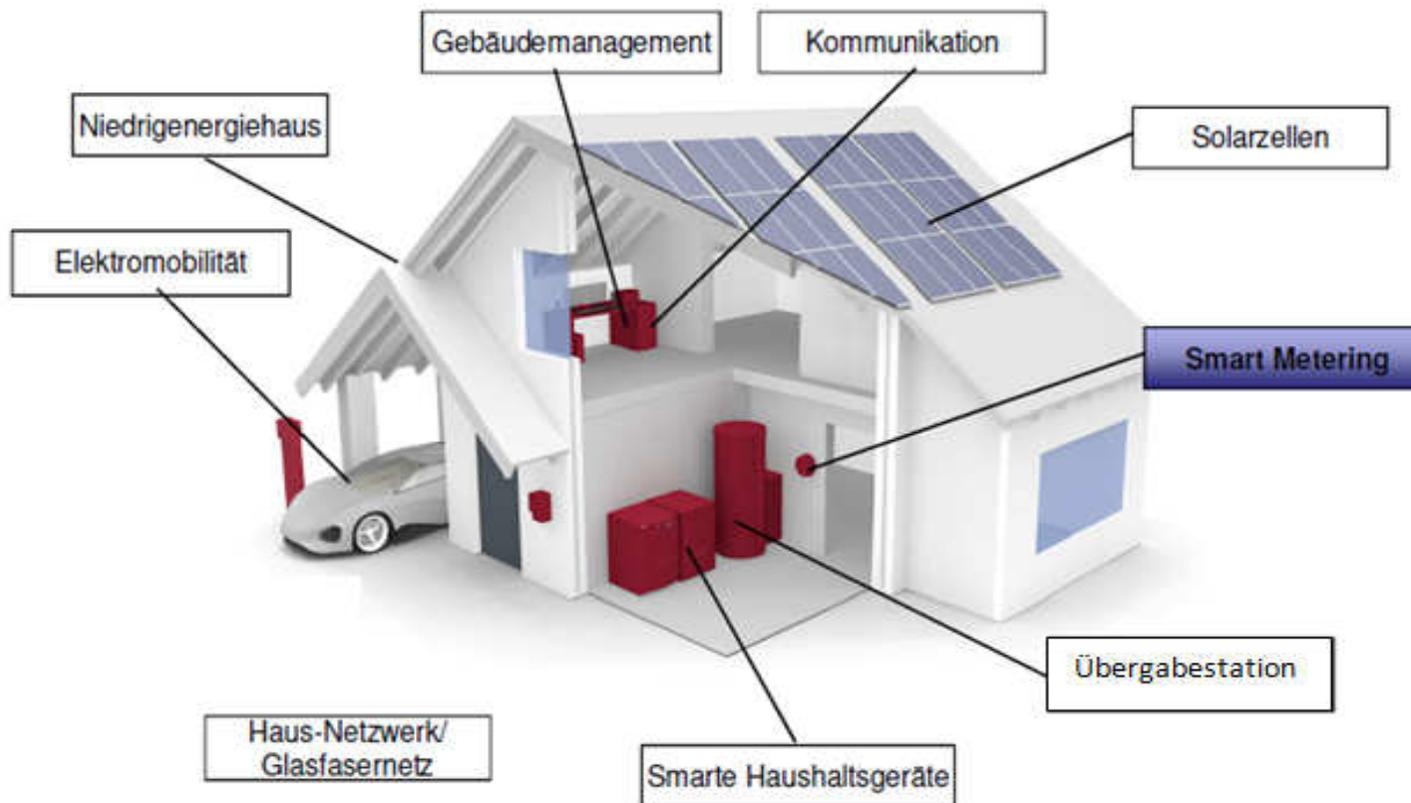
- Bsp. 4 Elektromobile
- Investition ca. 152.000 €
- 50 km pro Tag (10 x 5 km Strecken)
- Integration der Fahrzeuge in das Elektrizitätskonzept
- Ersatz von 10 Zweitwagen (250.000 €) bei den Grundstückskäufern
- Im vgl. zum Zweitwagen geringere Unterhaltskosten
- Ökologischer Vorteil

- Speisung der Straßenbeleuchtung durch PV-Strom und dessen Speicherung in Stromspeicher
- Nutzung energieeffizienter Leuchtmittel
- Innovative bedarfsabhängige Regelung der Lichtintensität
- z.B. Verminderung der Helligkeit auf 50% zwischen 23-4 Uhr





Smart Home inkl. Smart Meter



Das Gesamtkonzept:

Jeder Bauherr kann sich an die iNeG und TEN eG wenden und sein persönliches Projekt unverbindlich „durchchecken“ lassen!

- ✓ Wärmenetzbetrieb ist wirtschaftlich darstellbar
- ✓ Erfüllung der Anforderungen nach EnEV und EEWärmeG (ggf. KfW)
- ✓ Einsparpotential der Wärmekunden 3% bis 14%
- ✓ Günstige Anschlusskosten (Heizungsanlage)
- ✓ Langfristig konstante Wärmekosten
- ✓ Förderung der regionalen Wirtschaft
- ✓ Vollversorgung und Ausfallsicherheit über zusätzliche Kesselanlage
- ✓ Übergabestationen ersetzt die Heizung inkl. aller Wartungen
- ✓ Reduzierung der CO₂-Emissionen um bis zu 58.000 kg/a (87%)
- ✓ Kombination mit weiteren Projekten (Breitband / E-Mobilität / Speicher)
- ✓ Optimierungspotential durch zusätzliche Wärmeabnahme im Bestand



Vielen Dank



**Wollen Sie Projekte entwickeln?
Sprechen Sie mit uns:**



IngenieurNetzwerk Energie eG

Charlottenburger Ring 16 · 49186 Bad Iburg

Tel.: 05403 7243935 · Fax: 05403 7243989

hoffmann@ineg-energie.de ·

www.ineg-energie.de