

# **Mini-BHKW statt Etagenheizungen und fürs Gewerbe**

**29. November 2014**

**im Rahmen des**

**Samstags-Forums Regio Freiburg**



## Inhalt des Vortrags

Steckbrief Energieberater

E1...E7 Mini-BHKW statt Etagen-Heizungen

G1...G10 Mini-BHKW fürs Gewerbe



## Steckbrief Energieberater

### Zur Person

- Dipl.-Ing. (FH) Maschinenbau
- Werkzeugmachermeister (Handwerk)
- Energieeffizienzberater (TÜV Akademie)

### Themengebiete:

- Beratung, Schulung und Entwicklung zu Energieeffizienz
- Ganzheitliche Energiekonzepte für Industrie und Gewerbe
- Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung
- Energieversorgungskonzepte für Wohn- und Nichtwohngebäude
- Stromsparen in Haushalten

Registrierter Berater im Projekt:



Weitere Infos:

[www.freiburg.de/kraftwerkwiehre](http://www.freiburg.de/kraftwerkwiehre)  
und bei fesa e.V.  
Tel. (0761) 767-1644 [kww@fesa.de](mailto:kww@fesa.de)

Ein Projekt der Stadt Freiburg   
IM BREISGAU



## E1 Vor-Ort-Check „Kraftwerk Wiehre“

- Gründerzeit-Villa, erbaut um die Jahrhundertwende
- Heizöl-Zentralheizung (fast 20 Jahre alt)
- Warmwasser dezentral (Erdgas + Strom)
- Heizungsanlage mit sehr unterschiedlichem Sanierungszustand
- Strom-Wärme-Verhältnis ca. 1 : 6...7
- **Ergebnis:** Eignung für BHKW? - Ja, bei optimaler Eigenstromnutzung!

<b>Mehrfamilienhaus</b>		<b>um 1900</b>
Anzahl Wohneinheiten	WE	3
Anzahl Bewohner/innen geschätzt	P	7
Beheizte Nutzfläche	m <sup>2</sup>	ca. 450
Bezugsmenge Heizöl Durchschnitt ca.	Liter/Jahr	10.000
Bezugskosten Heizöl brutto ca.	Euro/Jahr	8.500,00
Gesamtstrombedarf Durchschnitt geschätzt ca.	kWh_el/Jahr	16.000
Gesamtstromkosten brutto geschätzt ca.	Euro/Jahr	4.500,00

*Tabelle 1: Ausgangsbasis des Gebäudes aus energetischer Sicht*



## E2 Energieversorgungskonzept „Kraftwerk Wiehre“:

- Heizvariantenvergleich nach VDI 2067 (Jahreskostenrechnung)
- Basisvariante: Neue (!) Erdgas-Etagenheizungen in allen 3 Wohneinheiten  
--> Anschaffungszeitpunkt ohne Belang, da Ansatz mit Jahreskosten!
- 1 Variante als Holzpellet-Anlage
- 2 Varianten mit BHKW (> 50 % / > 80 % Wärmeanteil)
- 1 „Innovative“ Variante mit maximal 80 g CO<sub>2</sub> / kWh thermisch

## Funktionsweise Etagen-Heizung:

- Versorgung meist einer einzelnen Wohnung („Etage“)
- Installation des Kessels häufig innerhalb der Wohnung, seltener im Keller
- Verteilleitungen i.d.R. „ringförmig“ an den Außenwänden der Etage
- mit/ohne Warmwasser (Durchfluss- oder Speicherprinzip)

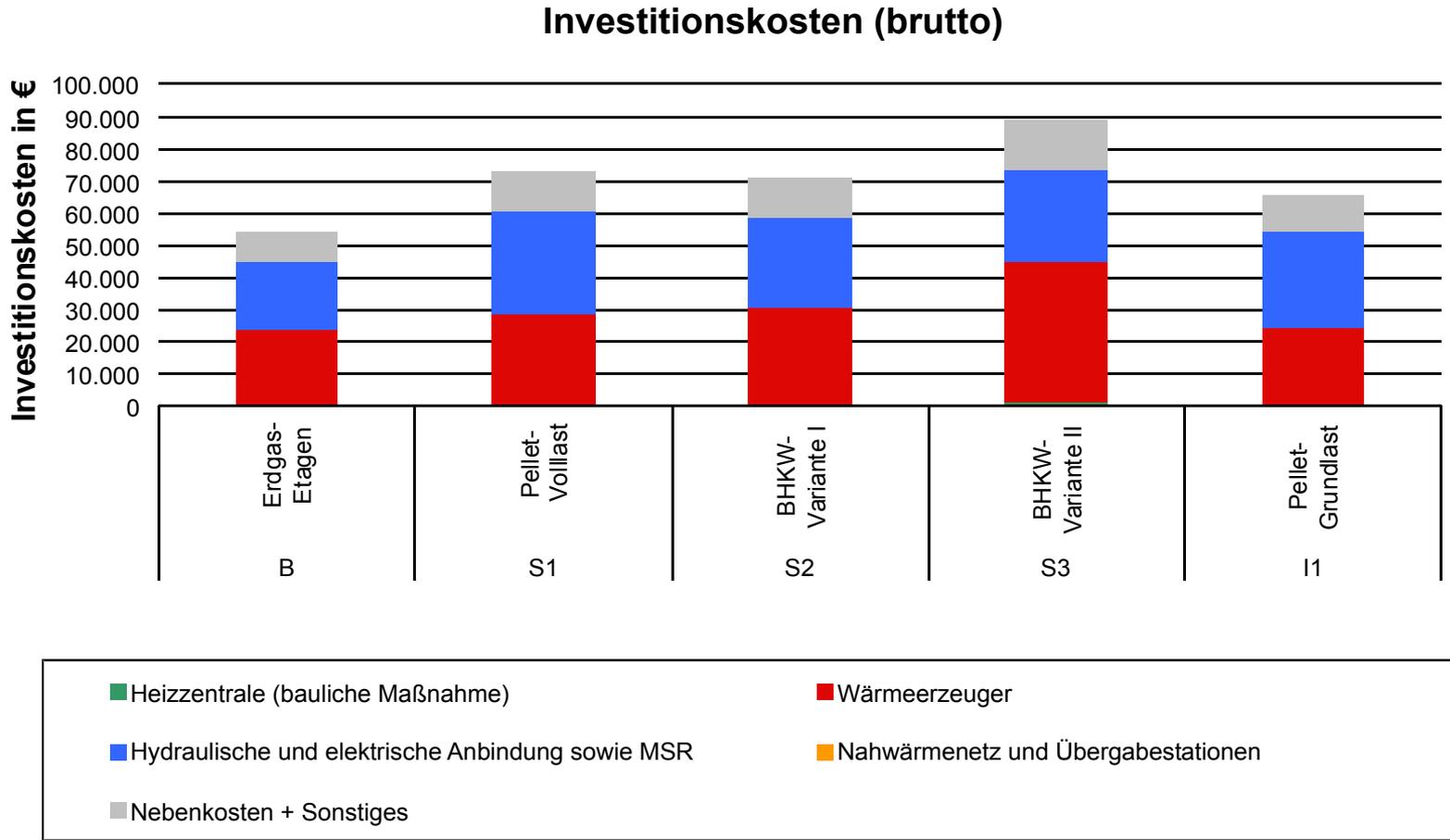


## E3. Untersuchte Konfigurationen im Variantenvergleich

Variante	Erdgas-Etagen	Pellet-Volllast	BHKW > 50 %	BHKW > 80 %	Pellet-Grundlast
Wärme-Erzeuger 1	Brennwert-Thermen	Biomasse-Kessel	Brennwert-Kessel	Brennwert-Kessel	Brennwert-Kessel
Brennstoff	Erdgas	Pellets	Erdgas	Erdgas	Erdgas
Größe	3 x 26 kW	65 kW	65 kW	65 kW	65 kW
Wärme-Erzeuger 2			BHKW	BHKW	Biomasse-Kessel
Brennstoff			Erdgas	Erdgas	Pellets
Größe			4 kW el. / 12 kW th.	7,5 kW el. / 18,6 kW th.	15 kW
Puffer-Speicher		2.000 Liter	600 Liter	1.000 Liter	500 Liter
Warmw.-Bereitung	je 100 Liter Speicher	Durchlauf-Prinzip	Durchlauf-Prinzip	Durchlauf-Prinzip	Durchlauf-Prinzip



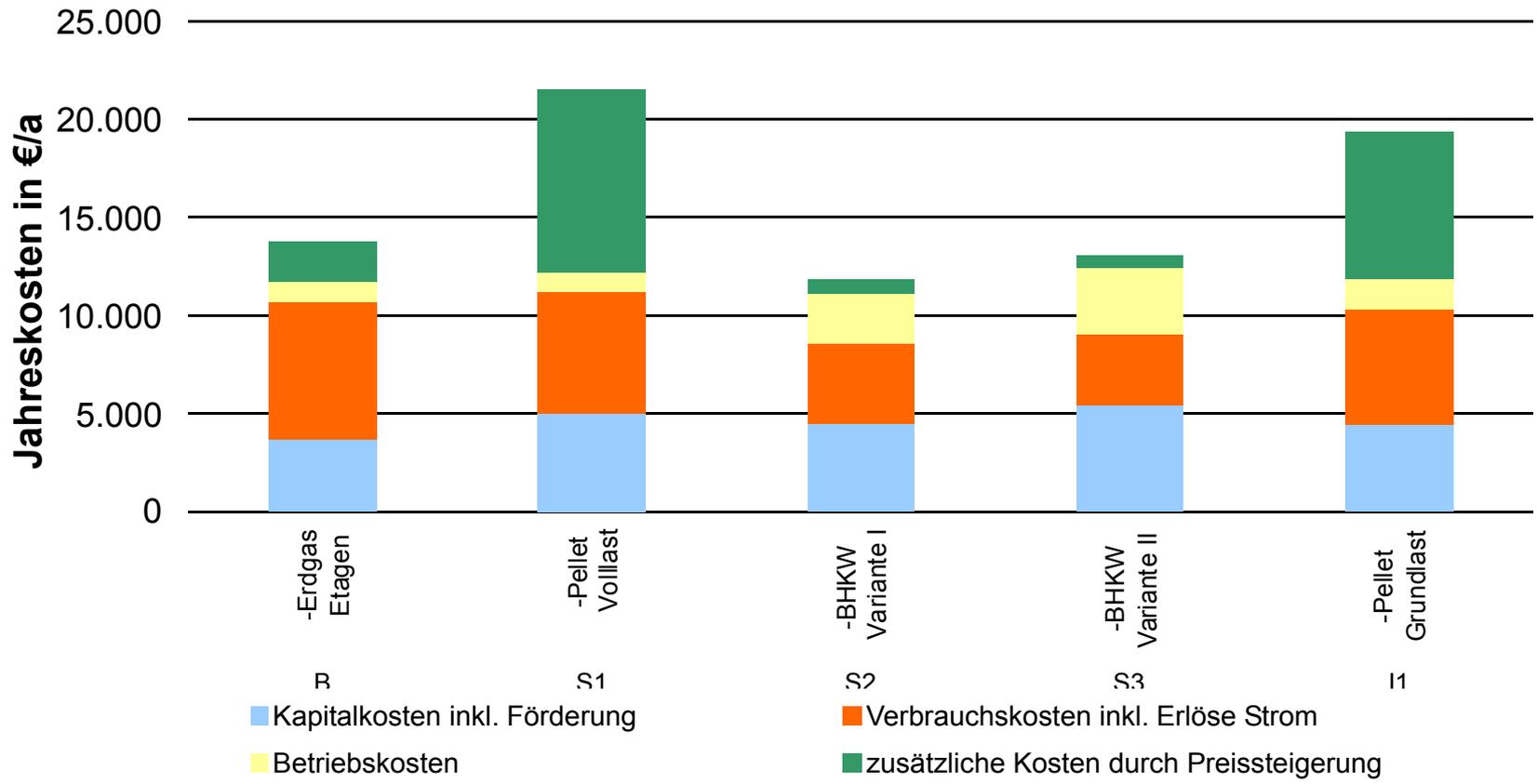
## E4. Vergleich der Investitionskosten der Varianten



## E5. Vergleich der Jahreskosten der Varianten

A) BHKW-Varianten mit Eigenstrom-Erzeugung

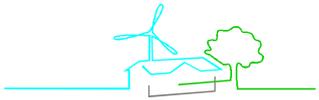
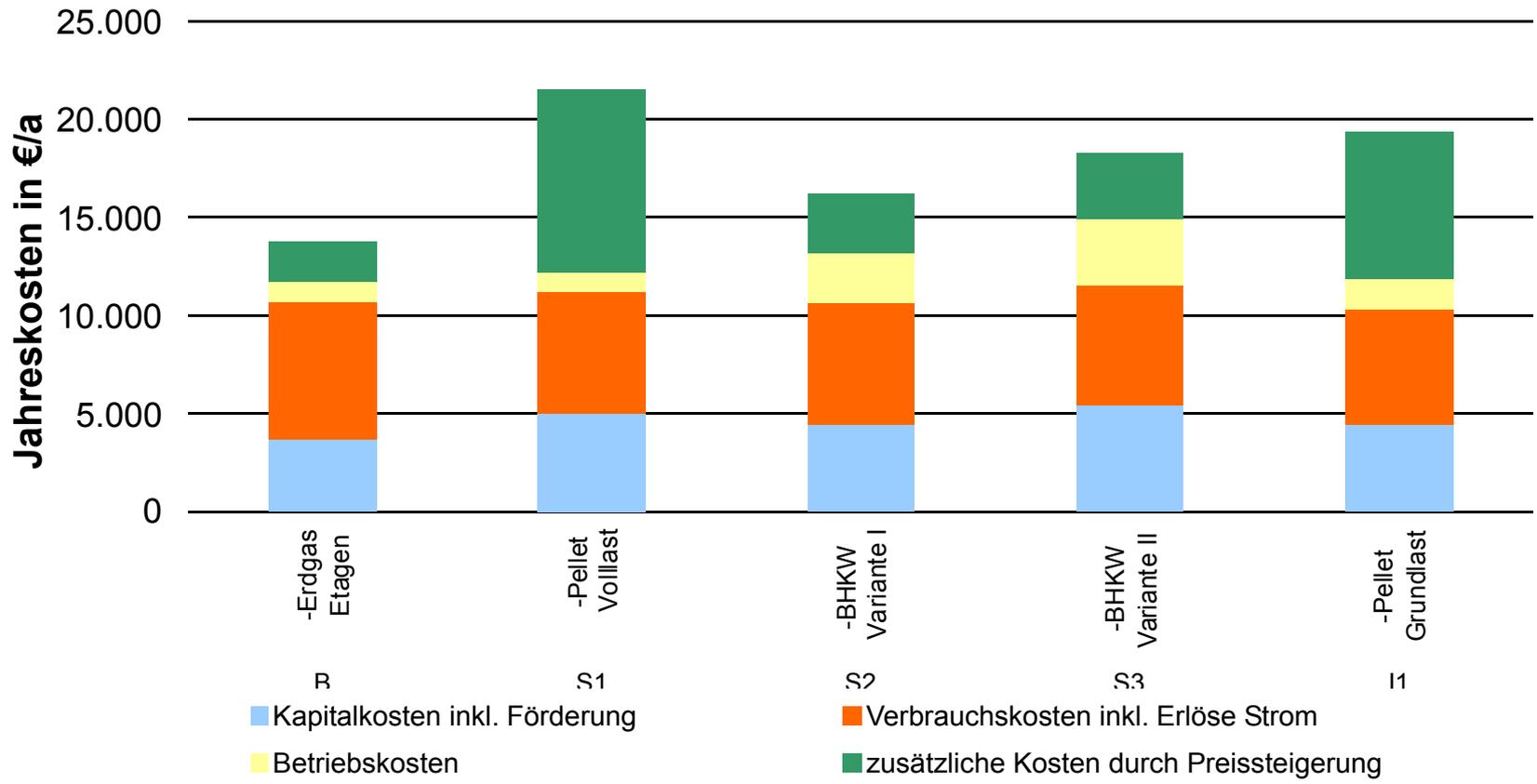
Wärmekosten (brutto) mit Förderung und Gutschriften, etc.



## E6. Vergleich der Jahreskosten der Varianten

B) BHKW-Varianten ohne Eigenstrom-Erzeugung

Wärmekosten (brutto) mit Förderung und Gutschriften, etc.



## E7 Exkurs: Etagen-Heizung

### a) Zitate (Internet):

- *„Ein Vorteil ist, dass jeder seine Gasrechnung bezahlt und die Heizungen keine Verdunstungsröhrchen brauchen...“*
- *„...man kann seinen Verbrauch selber steuern, man kann heizen wann man will und wie warm man es braucht, Nachteile kann ich nicht dabei sehen...“*
- *„Mit einer Gas-Etagenheizung kann man als Mieter genau auf den Verbrauch achten und seine Heizkosten bestmöglich selbst beeinflussen. Mit einer Zentralheizung muss man nicht so genau auf die Kosten schauen, da man den Verbrauch nicht 100% beeinflussen kann.“*
- *„Du kannst heizen, wann Du willst. Du kannst ganz wenig oder ganz viel heizen. Deine Kosten sind dann ganz niedrig oder ganz hoch.“*
- *„Kosten  
Schornsteinfeger: kommt zum Messen - kostet...“*



## b) Gebäudedaten

Bauliche Gegebenheiten:

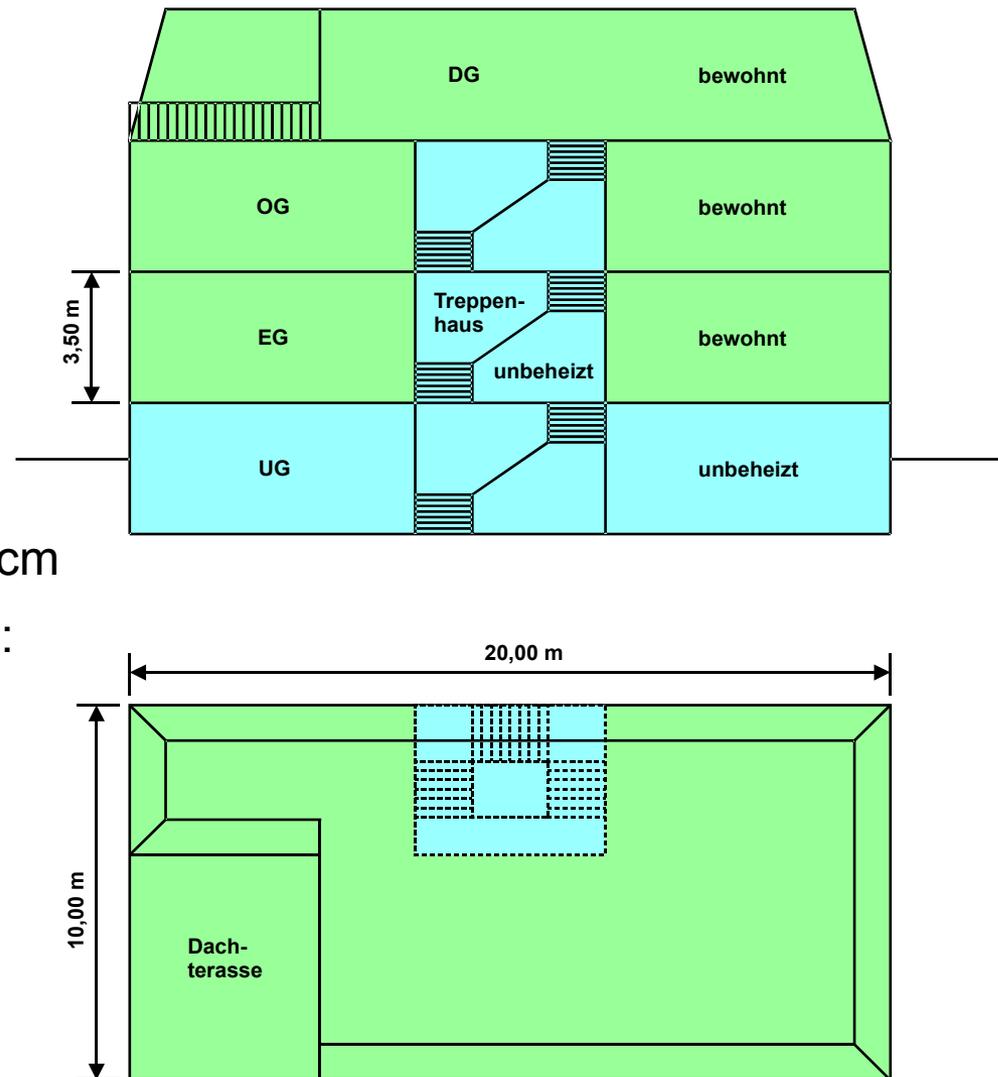
- Gründerzeit-Villa
- Erbaut um 1900
- Freistehend

Bausubstanz:

- Außenwände 25...50 cm
- Innenwände Treppenhaus: 12 cm
- Eingangsbereiche Wohnungen: Holz + Glas
- Decken: Holzbalkendecken

Nutzung:

- 3 Wohneinheiten
- Wohnungseigentümergeinschaft



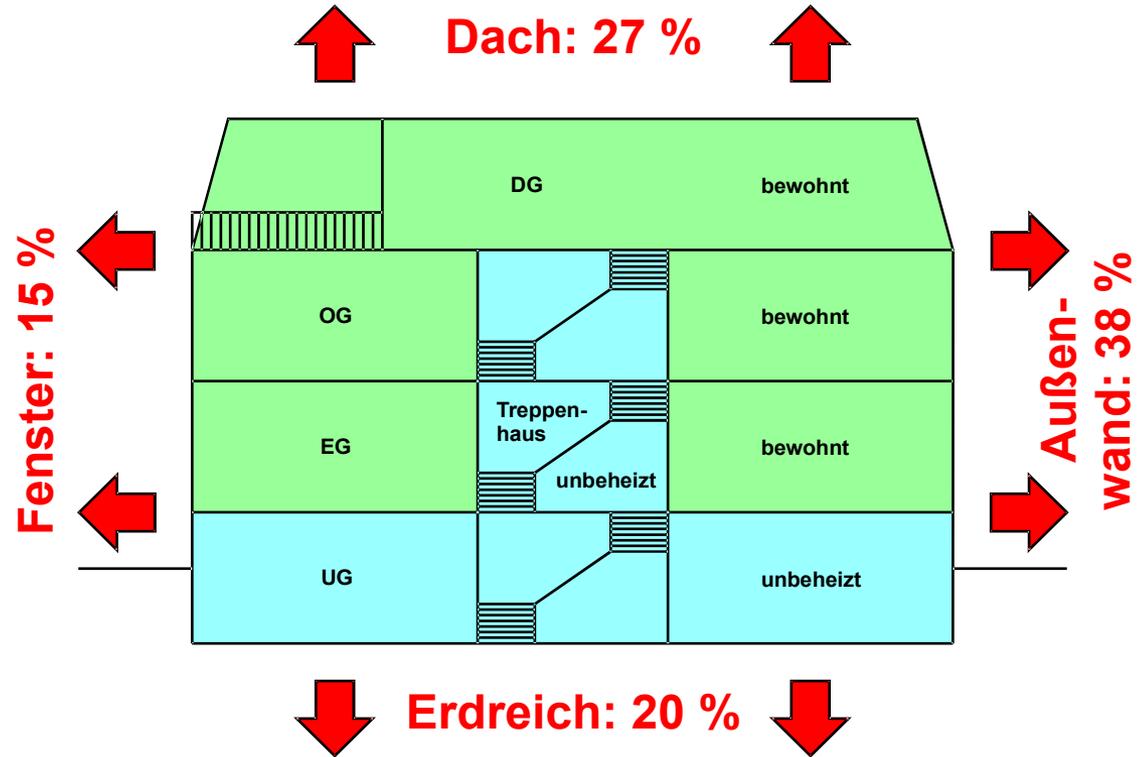
## c) Transmissionswärmeverlust Gebäudehülle

Nicht berücksichtigt:

- Außenluftwechsel
- Solare Wärmegewinne
- Interne Wärmegewinne

Situation z.B.:

- Kalte Winternacht
- Neblicher Herbsttag
- usw.



## d) Heizwärmebedarf der Etagen

Berechnungsbasis:

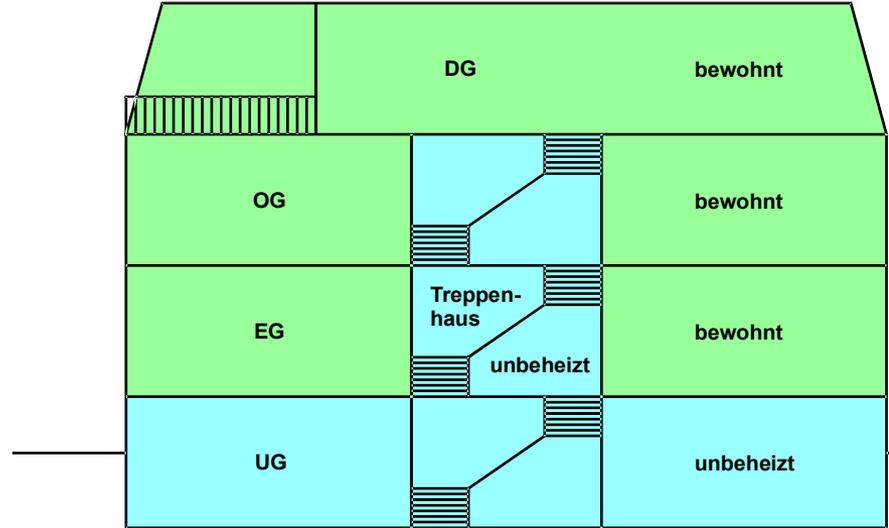
- Ganzjahresbedarf
- DIN V 18599
- Raumtemperatur 20 °C
- Nachtabsenkung 7 h auf 16 °C

**Gebäudeheizlast: 61 kW<sub>th</sub>**

**Heizwärmebedarf:**

Heizlast:

- Tagesmitteltemperatur Außenbereich: -16 °C

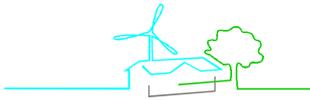


**DG: 38 %**

**OG: 26 %**

**EG: 36 %**

**Summe: 100 %**



## e) Unbeheizte Zwischenetage (OG)

Effekt:

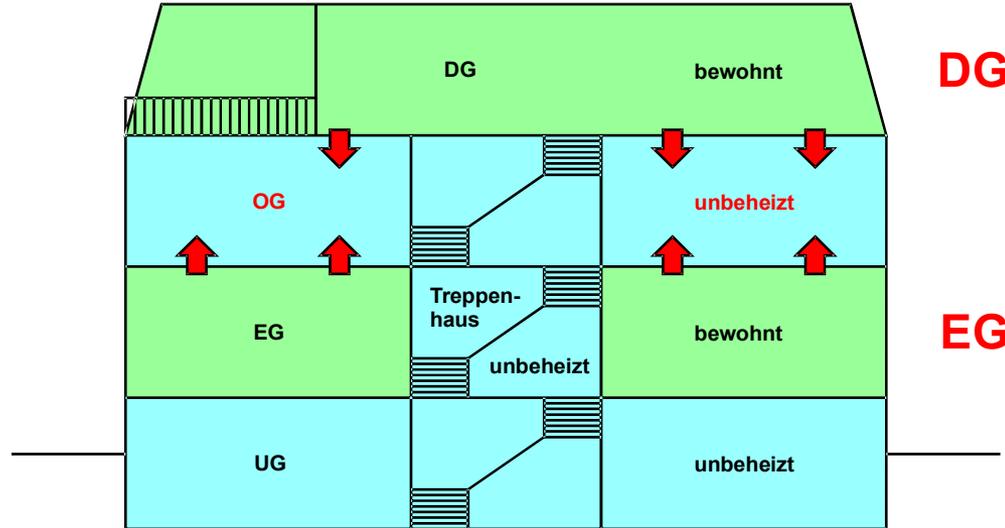
- Zwischendecken übertragen Wärme
- OG wird mitgeheizt

Folge:

- Wärmebedarf EG + DG steigt an
- Statt 26 % werden nur 8 % eingespart!
- Heizlast sinkt nur um 11 %!

Gebäudeheizlast: 54 kW<sub>th</sub>

Heizwärmebedarf:



DG: 46 %

EG: 46 %

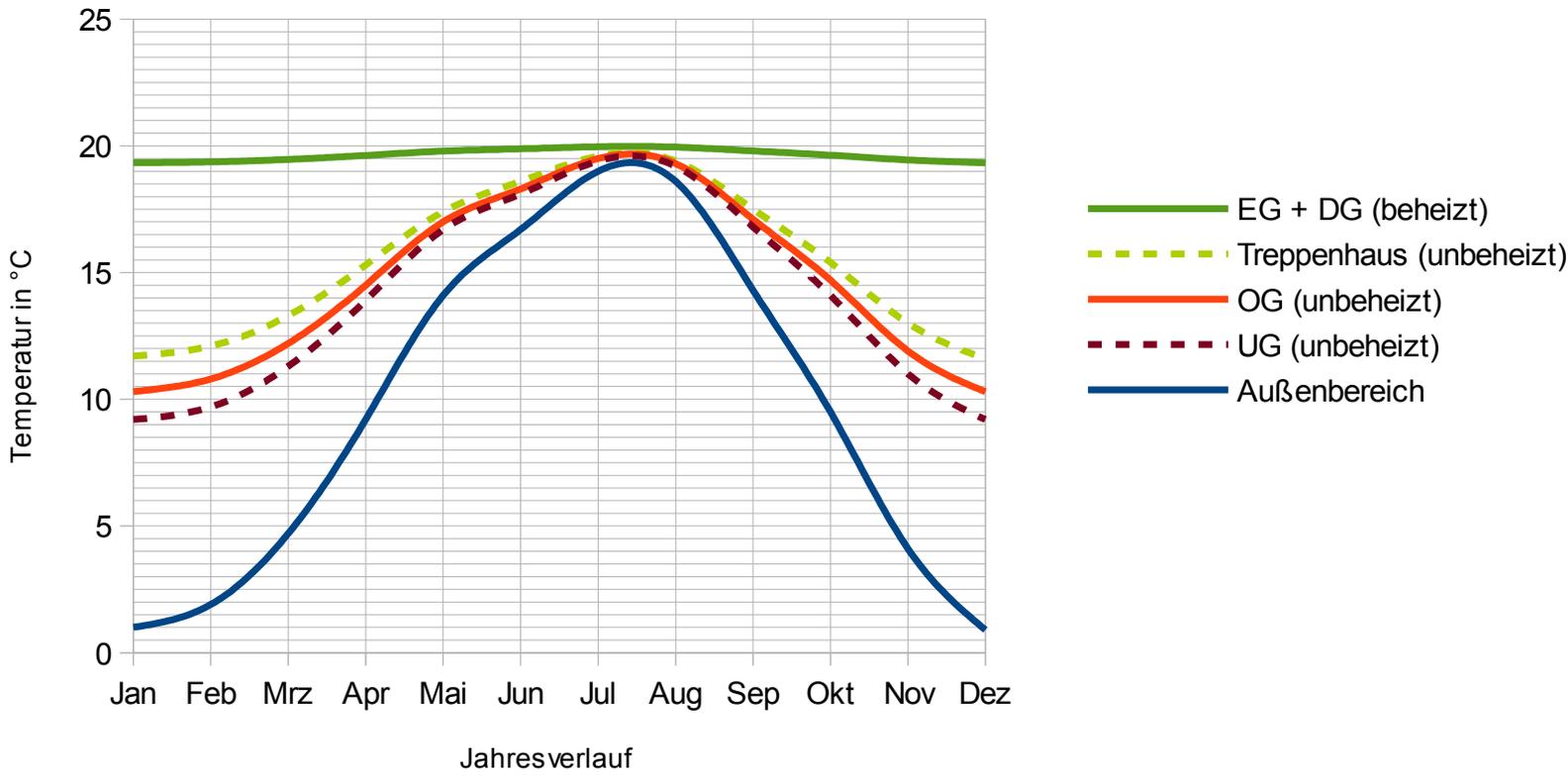
Summe: 92 %



## f) Temperaturverlauf in den Etagen

Monatsmittel-Temperaturen

nach DIN V 18599



## g) Weitere Nachteile:

(„Kosten

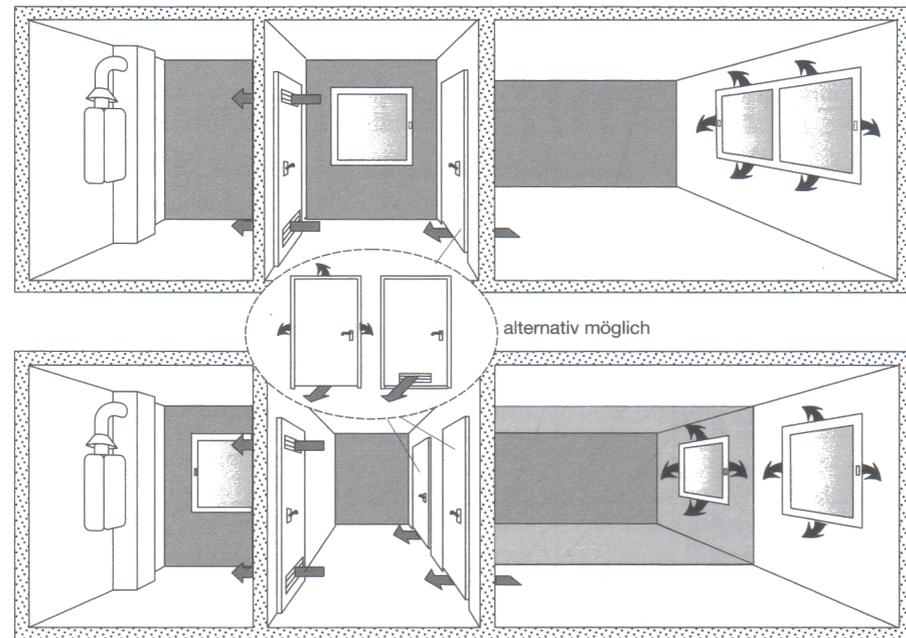
Schornsteinfeger: kommt zum Messen - kostet...“)

Bei raumluftabhängigem Betrieb:

- I.d.R. sind Türen zu kürzen oder mit Lüftungsschlitzen zu versehen.
- Abluft-Gebläse dürfen nicht betrieben werden, wenn Fenster geschlossen sind (Sicherheitsschaltung!)

Außerdem:

- Geräusche
- Platzbedarf



## g) Bestandsanlagen:

Häufiges Problem:

- In einzelnen Wohneinheiten Etagen-Heizungen verschiedenen Alters
- „...Gastherme wurde gerade erst neu eingebaut...“

Was tun?

[Fotos ansehen](#)



**[Brötje EcoTherm WTC W 20 C Gas-Brennwertkessel \(Speyer\)](#)**

1.800,-

Verkaufe eine neuwertige Brötje EcoTherm WTC W 20 C Gas-Brennwertkessel. Gerät war angeschlossen aber nie in betrieb. Heizung ist ca. 1 Jahr alt. Genaue [...]



**[Gas-Brennwertgerät von Junkers \(Zeiskam\)](#)**

900,-

Verkaufe ein Gas - Brennwertgerät der Marke Junkers zu Verkaufen. Das Gerät ist 4 Jahre alt und ist in einem Topzustand .



**[Buderus Logamax Plus GB172 Paket - \[...\] \(Schuby\)](#)**

2.399,-

Das Gas-Brennwertgerät Buderus Logamax Plus GB172 hat eine Heizleistung von 24 kW und einen integrierten 48 Liter Warmwasserspeicher. Es verfügt außerdem über einen ALU [...]

## Gas-Brennwert-Wärmezentrale

Kleinanzeige	Ort	Preis	Datum
Gas-Brennwert-Wärmezentrale mit integriertem Warmwasserspeicher, stufenlose Leistungsanpassung bei Heizung und Warmwasser - VVorrangschaltung bei Warmwasser.Doppelrohr- Abgassystem. Kesselverkleidung weiß Fabr: Junkers Cera-Smart-Modul ZBS 7-22 MRA 21 Ist 6 Jahre alt und wurde jedes Jahr gewartet ,sehr gut erhalten. Muss selber fachgerecht abgebaut werden. VB 1699 ; EUR	Ronnenberg 0,-		02.07.

**Diese Anzeige ist leider nicht mehr aktuell**

### Aktuelle Anzeigen zu Ihrer Suche (gas brennwert)



**[Gas Brennwert Heizung 30 kW mit \[...\] \(Halle\)](#)**

1.698,-

Zentralheizung. PRE prehalle. KOSTENLOSE Info´s anfordern: /> Ein neues Gas-Brennwert Wandgerät 30 kW Als Kombitherme mit [...]



**[Junkers Gas Brennwert -Wandkessel \(Stuttgart\)](#)**

1.300,-

Cerapur Paket 14-120 BH-1 bestehend aus Brennwert-Wandkessel ZSB 14-3 A 23 Warmwasserspeicher ST 120-1 Z Junkers witterungsgeführtes Regler FW 100 Diverse Anschlussteile Top Zustand, 12/2009, wegen [...]



**[Gas Brennwertgerät \(Neustadt\)](#)**

300,-

Wolf Gasbrennwert Kessel voll Funktionsfähig kann zum Ausschlichten oder als vollständige Brennwert Gas Kombitherme mit integriertem WW [...]



**[VIESSMANN Vitodens 333-F , 1,9 - 19kW \[...\] \(Stadthagen\)](#)**

2.600,-

Ich habe keine Rechnung dafür nur Werksgarantie darum der Günstige Preis .Achtung Neues Gerät steht noch auf Palette..... Mit dabei [...]



## G1. Metzgereibetrieb mit angeschlossenem Wohnhaus

- Zentraler Heizöl-Kessel Baujahr 1980 im Wohnhaus
- Wegen PV-Anlage keine Erfüllung EWärmeG erforderlich
- Hoher Strombedarf im Betrieb für Kühlung und Warmwasserbereitung
- Auf Grund großer Gleichzeitigkeit hohe Bezugsleistung = hohe Fixkosten

<b>Metzgerei + Wohnhaus</b>		<b>Baujahr 1963</b>
Anzahl Wohneinheiten	WE	5
Anzahl Gewerbeeinheiten	GE	1
Nutzfläche Wohnbereich ca.	m <sup>2</sup>	500
Nutzfläche Gewerbebetrieb ca.	m <sup>2</sup>	350
Bezugsmenge Heizöl Durchschnitt ca.	Liter/Jahr	11000
Bezugskosten Heizöl netto geschätzt ca.	Euro/Jahr	7500
Bezugsmenge Erdgas (Prozesswärme) ca. (Hs)	kWh_Hs/Jahr	16000
Bezugskosten Erdgas netto geschätzt ca.	Euro/Jahr	950
Gesamtstrombedarf Wohnbereich geschätzt	kWh_el/Jahr	11000
Bezugskosten Strom Wohnen netto geschätzt ca.	Euro/Jahr	2800
Gesamtstrombedarf Gewerbebetrieb (2013)	kWh_el/Jahr	190000
Maximale Bezugsleistung Gewerbebetrieb (2013)	kW_el	67
Bezugskosten Strom Gewerbe netto geschätzt ca.	Euro/Jahr	35.000

*Tabelle 1: Ausgangsbasis des Anwesens aus energetischer Sicht*

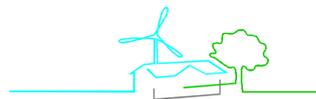


## G2. Aufgabenstellung

- Heizvariantenvergleich (Schema „Kraftwerk Wiehre“):  
3 Varianten = 1 x Erdgas-Kessel monovalent + 2 x Erdgas-BHKW
- Prüfung der Mitversorgung der Metzgerei mit Strom aus dem BHKW und ggf. Wärme, insbesondere für Warmwasser
- Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zur Abwärmenutzung aus den Kälteanlagen zur Warmwasserbereitung bei gleichzeitigem BHKW-Betrieb
- Untersuchung zur wirtschaftlichen Nutzung der PV-Anlage (8 kWp; Baujahr 2012) zur Eigenstrom-Erzeugung

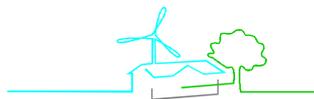
Anmerkung:

Metzgerei verfügt über keine zentrale Heizungsanlage, da kaum Raumwärmebedarf und Warmwasserbereitung aus Abwärme (Wunschvorstellung) mit elektrischer (Nach-) Heizung (eher Realität).

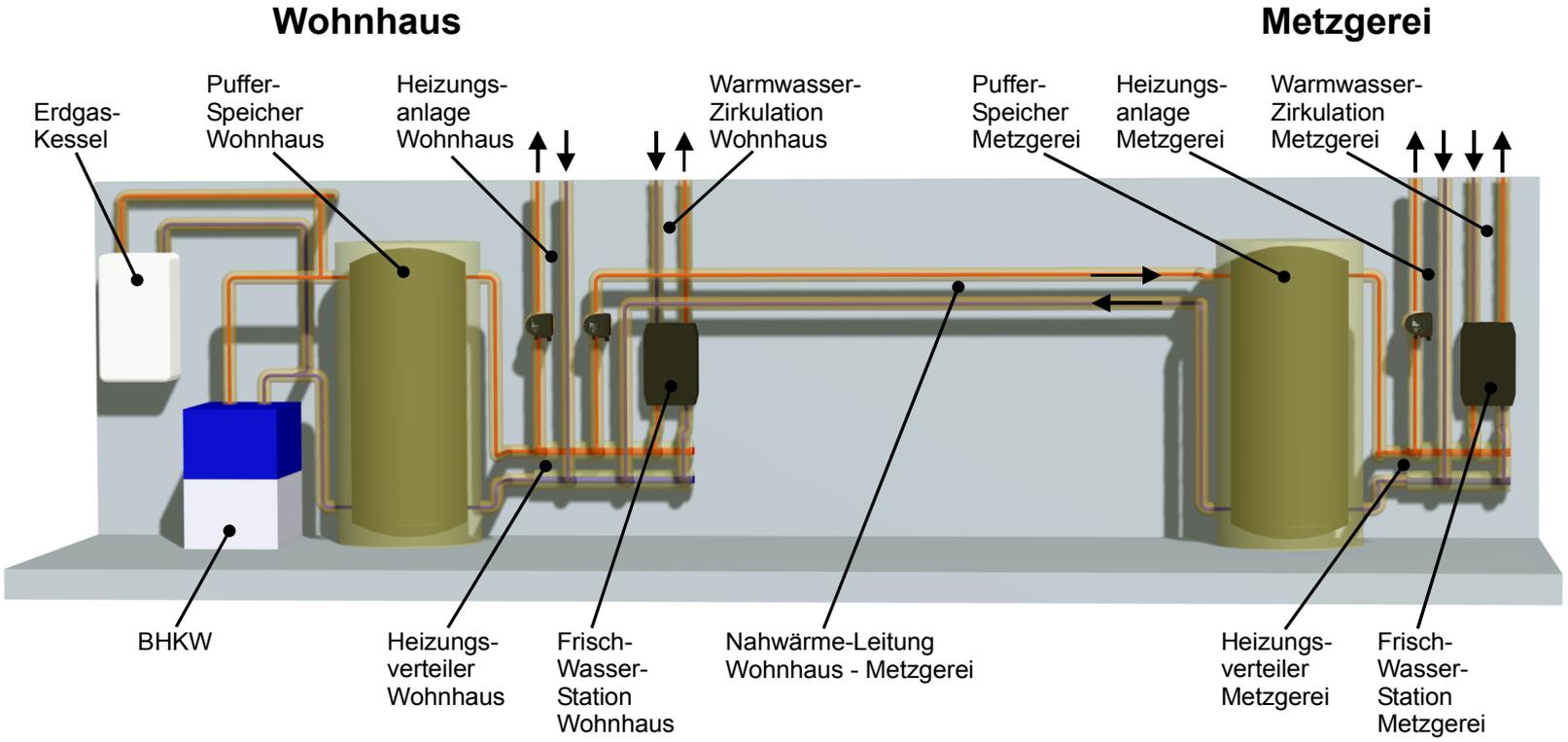


## G3. Konfigurationen im Heizvariantenvergleich

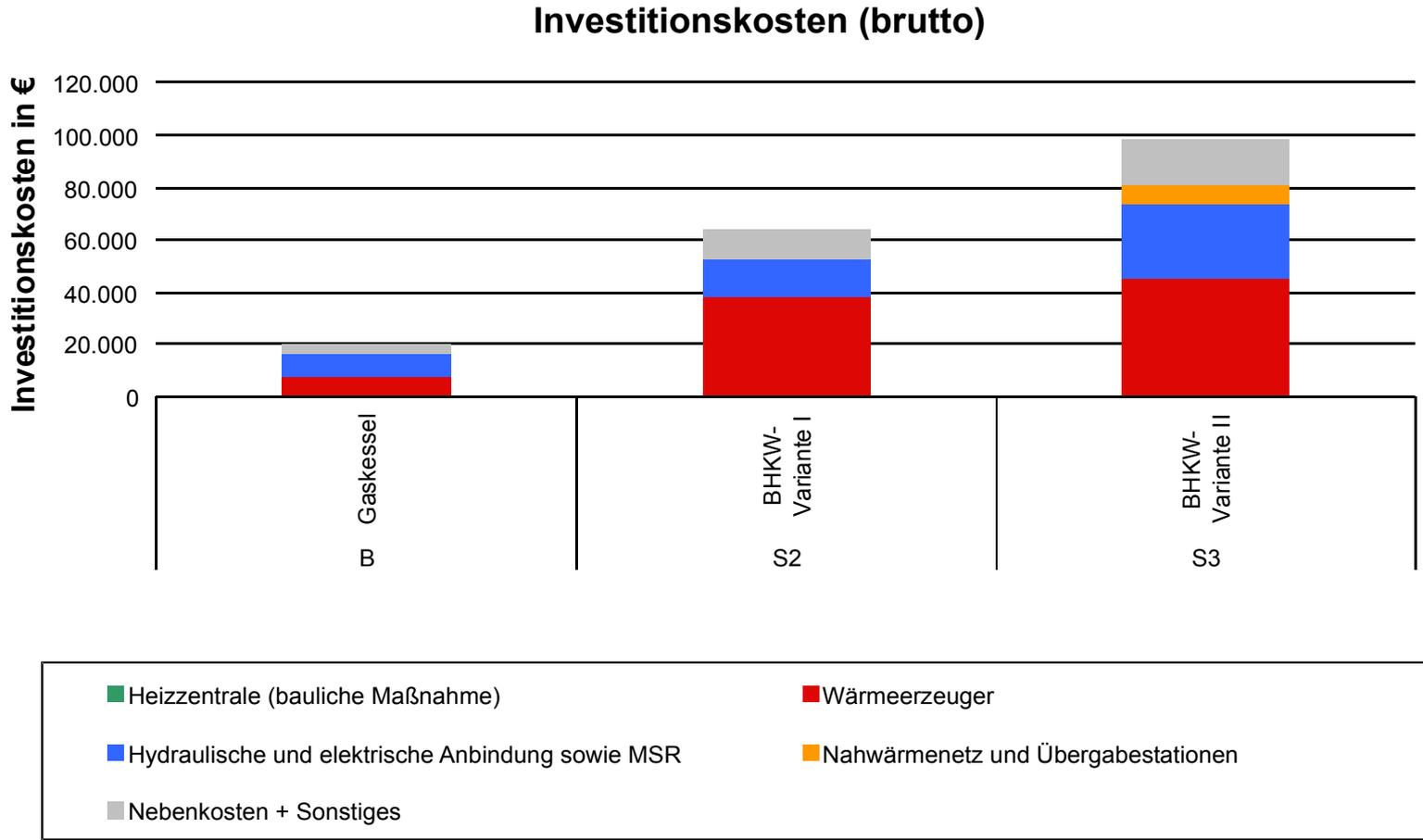
Variante	B	S2	S3
Name	Gaskessel	BHKW-Variante I	BHKW-Variante II
<b>Wärme-Erzeuger 1</b>	Brennwert-Wandgerät z.B. Viessmann Vitodens 300-W	Brennwert-Wandgerät z.B. Viessmann Vitodens 300-W	Brennwert-Wandgerät z.B. Brötje EcoTherm Plus WGB 70 E
Brennstoff	Erdgas	Erdgas	Erdgas
Thermische Leistung	35 kW	35 kW	70 kW
<b>Wärme-Erzeuger 2</b>	Elektroheizung	Elektroheizung	
Brennstoff	Strom-Mix	Strom-Mix	
Thermische Leistung	30 kW (geschätzt)	30 kW (geschätzt)	
<b>BHKW</b>		Senertec Dachs 5.0 LowNOx	EC-Power XRG1 9
Brennstoff		Erdgas	Erdgas
Elektrische Leistung		5,0 kW	9,0 kW
Thermische Leistung		14,6 kW	22 kW
<b>Peripherie</b>			
Puffer-Speicher	500 Liter	1.000 Liter	1.500 Liter + 500 Liter
Warmwasser-Bereitung	Frischwasser-System	Frischwasser-System	Frischwasser-System



## G4. Anlagenkonzeption in BHKW-Variante II



## G5. Investitionskosten im Heizvariantenvergleich



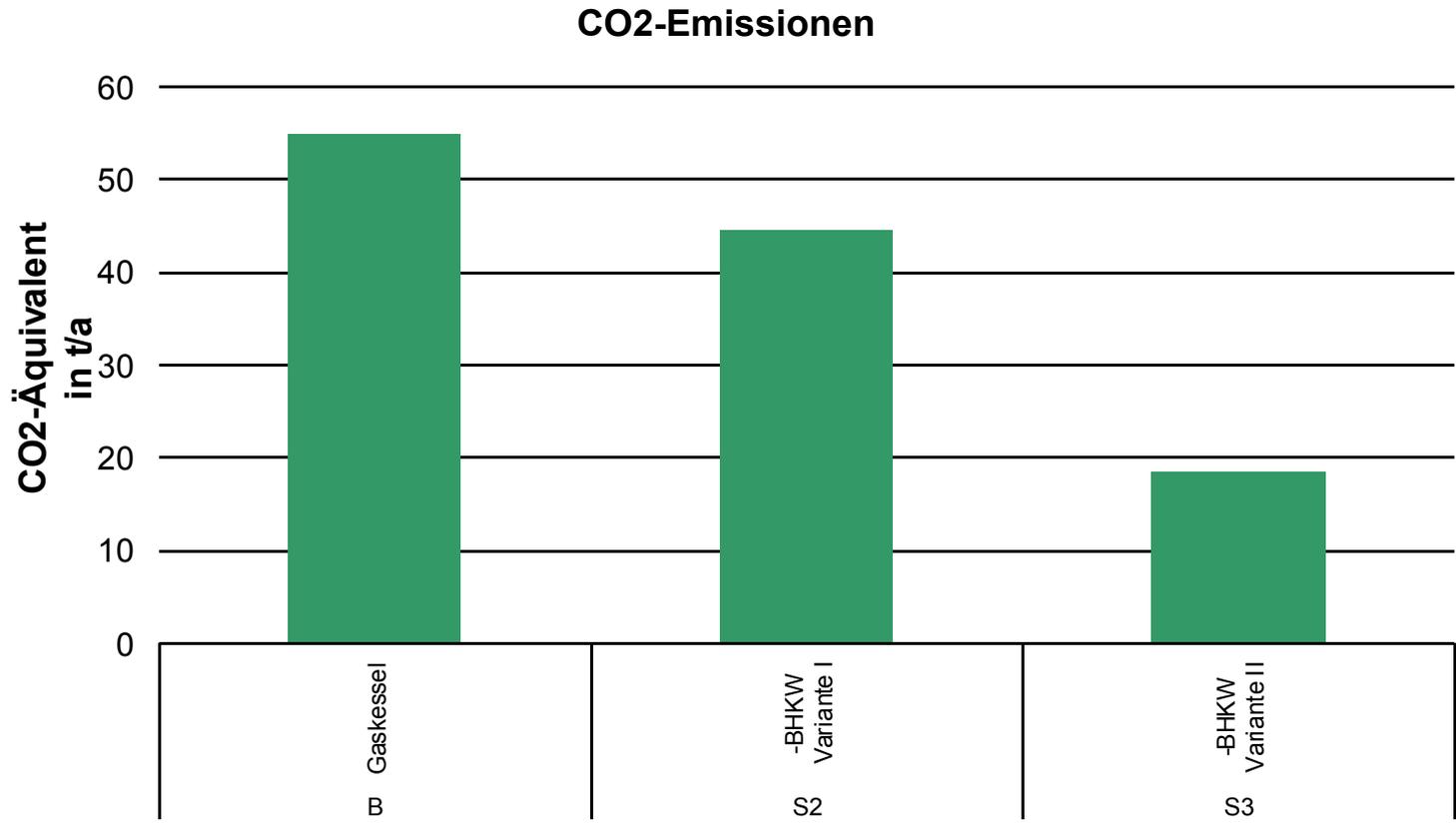
## G6. Investitionsvorteile der BHKW-Anlage

- Vorsteuer-Abzug auch für die Investitionen im wohnwirtschaftlichen Teil
- Anspar-Abschreibung auf die Investitionen in die BHKW-Anlage
- Förderkredit auch im gewerblichen Teil (Energieeffizienz im Mittelstand)

Variante	B	S2	S3
Name	Gaskessel	BHKW-Variante I	BHKW-Variante II
<b>Investition/Kapitalkosten</b>			
Brutto, <b>ohne</b> Förderung und sonstige Vorteile	<b>20.447</b>	<b>64.076</b>	<b>98.489</b>
Brutto, mit <b>Förderung, Vorsteuer-Vorteil</b> und <b>Anspar-Abschreibung</b>	<b>19.447</b>	<b>47.311</b>	<b>70.062</b>



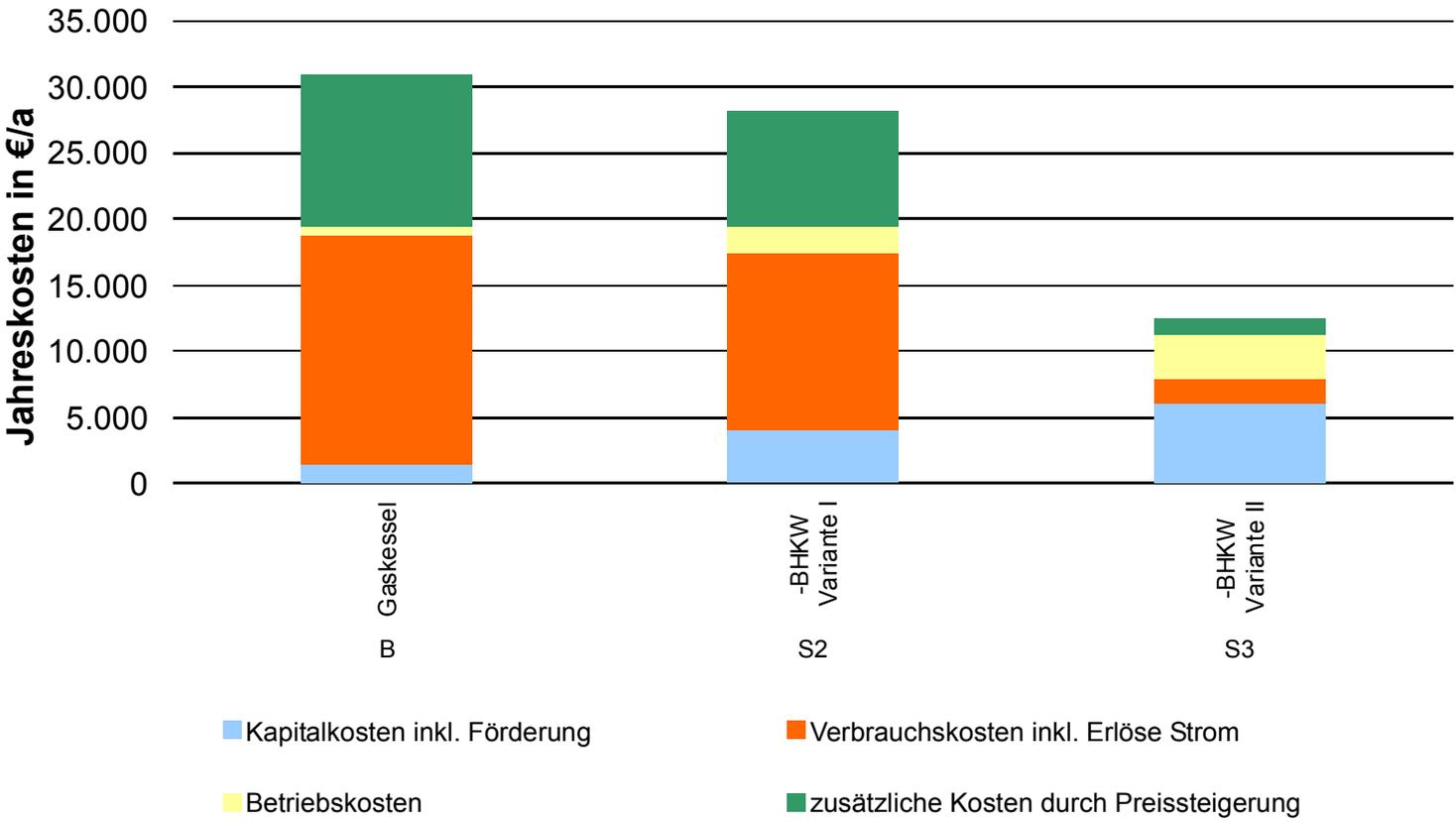
## G7. Vergleich der CO2-Emissionen



## G8. Vergleich der Jahreskosten der Varianten

BHKW-Varianten mit Eigenstrom-Erzeugung

Wärmekosten (brutto) mit Förderung und Gutschriften, etc.



## G9. Kostenbilanz bei Abwärmennutzung

		Eigenstrom	Einspeisung
<b>Saldo der Stromerzeugung durch KWK:</b>			
Erlöse (Einsparung + Einnahmen - Kosten)	ct/kWh_el	18,87	4,16
<b>Durchschnittserlös der KWK:</b>			
Anteil an der Stromerzeugung	%	90%	10%
Durchschnittserlös auf Strom bezogen	ct/kWh_el	17,40	
<b>Bezugnahme auf Wärmeerzeugung durch KWK:</b>			
Stromkennzahl BHKW	%	41%	
Anteil BHKW an der Wärmeerzeugung	%	72%	
Durchschnittserlös auf Wärme bezogen	ct/kWh_th	5,13	
<b>Kosten der Wärmeerzeugung durch KWK:</b>			
Gesamtnutzungsgrad KWK-Anlage ca.	%	100%	
Umrechnung Hs/Hi	1	1,11	
Wärmeerzeugungskosten	ct/kWh_th	5,59	
<b>Kostenbilanz der Kraft-Wärme-Kopplung:</b>			
Kosten der Wärmeabnahme aus KWK	ct/kWh_th	0,46	

- Wärme bei maximal 45 °C auskoppelbar
  - > Nachheizen erforderlich
  - > Verluste beim Brennwert-Effekt
- Schlechterer Wirkungsgrad der Kälteerzeugung

## G10. Fazit Gewerbekonzept

- Strombedarf der Metzgerei nach Reduktion min. noch 150.000 kWh el / Jahr
  - Wärmebedarf des Anwesens max. 130.000 kWh th / Jahr
- > Strom-Wärmeverhältnis von etwa 1 : 1,25 (kleiner als 1!)
- > Unterschreitung der Leistungspreisgrenze von 100.000 kWh el / Jahr scheint nur möglich mit weiteren Einsparungen beim Strombedarf:
- Absorptionskälte (zusätzlicher Wärmebedarf)
  - Prozesse (Kochen, Sterilisieren etc.) mit vorgewärmtem Wasser
- > Nutzung der vorhandenen PV-Anlage zur Eigenstromerzeugung im Betrieb vorerst kaum lohnend
- > BHKW-Anlage trotzdem äußerst wirtschaftlich!

Umsetzung voraussichtlich im Frühjahr 2015.



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**

**Zeit für Fragen...**

