Anlage 2

Errichtung einer BHKW-Anlage auf der Kläranlage Eitorf

VER- UND ENTSORGUNG
GEMEINDEWERKE EITORF

Konzeptstudie

Dr.-Ing. G. Seibert-Erling

1. **Ausgangssituation**
2. **Konzept, Einbindung**
3. **Variantenuntersuchung**
4. **Kostenvergleich**
5. **Empfehlung**

Ausgangssituation

- **Energetische Feinanalyse durch das Ingenieurbüro atd in 2002**
- **Verfahrenstechnischer Ausbau der Kläranlage abgeschlossen in 2005**
- **Neue Bewertung der energetischen Situation**
- **Steigende Energiekosten (Strom- und Erdgas)**
- **Energiekonzept zur Verminderung der Betriebskosten**

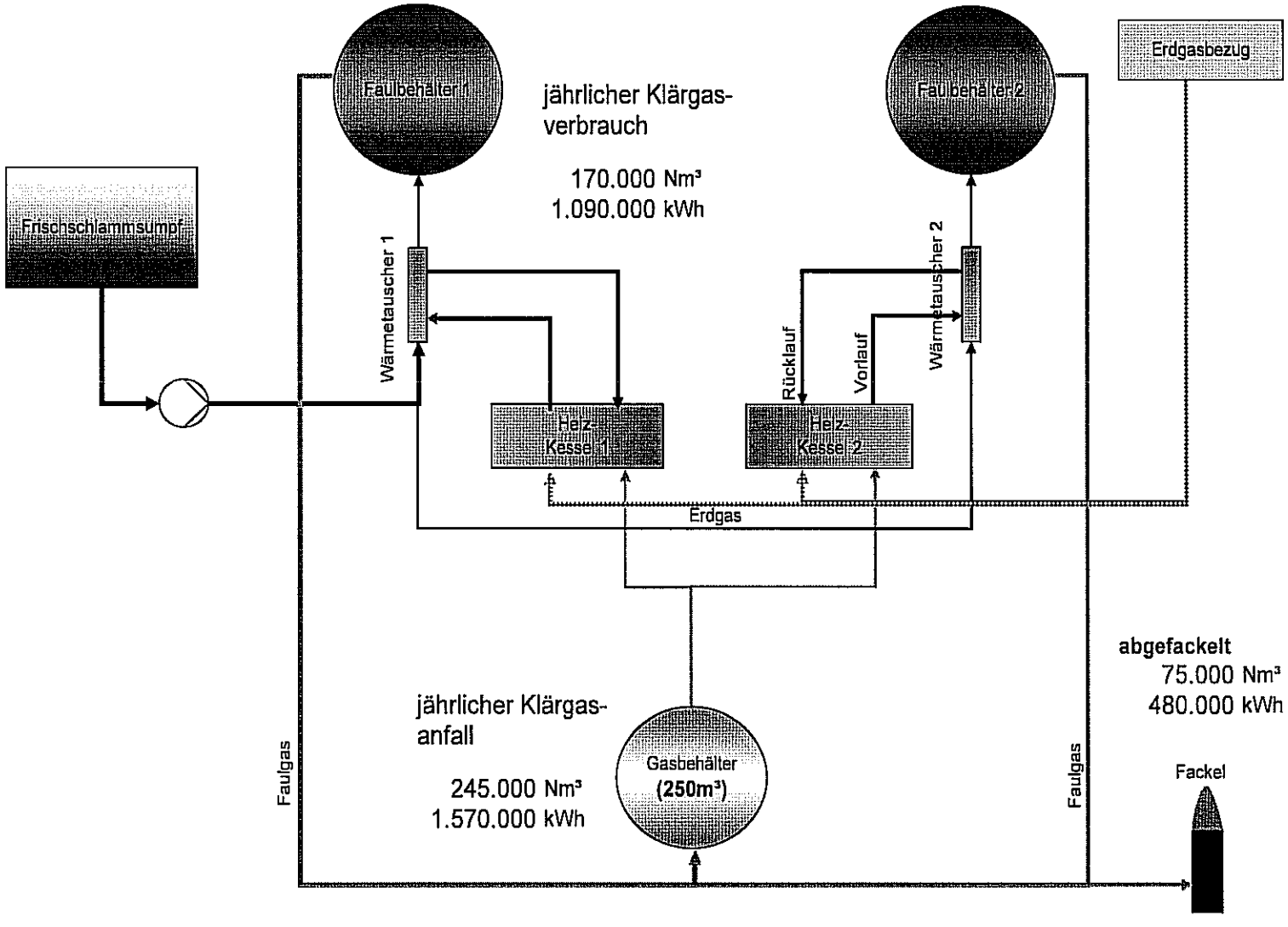
Verbrauchswerte 2005

Verbrauchswerte	Nm^3	kWh
Klärgasanfall jährlich (Primärenergie)	245.000	1.570.000
Klärgasverbrauch (Heizkessel)	170.000	1.090.000
Klärgasüberschuss (Fackel)	75.000	480.000
Jährlicher Stromverbrauch Fremdbezug (kWh)		1.300.000
Jährlicher Erdgasverbrauch Fremdbezug (kWh)	2.900	30.000

Energiekosten 2005

Kosten	Euro
Stromfremdbezug RWE	148.000
Erdgasbezug Rhenag	7.500
Summe	155.500

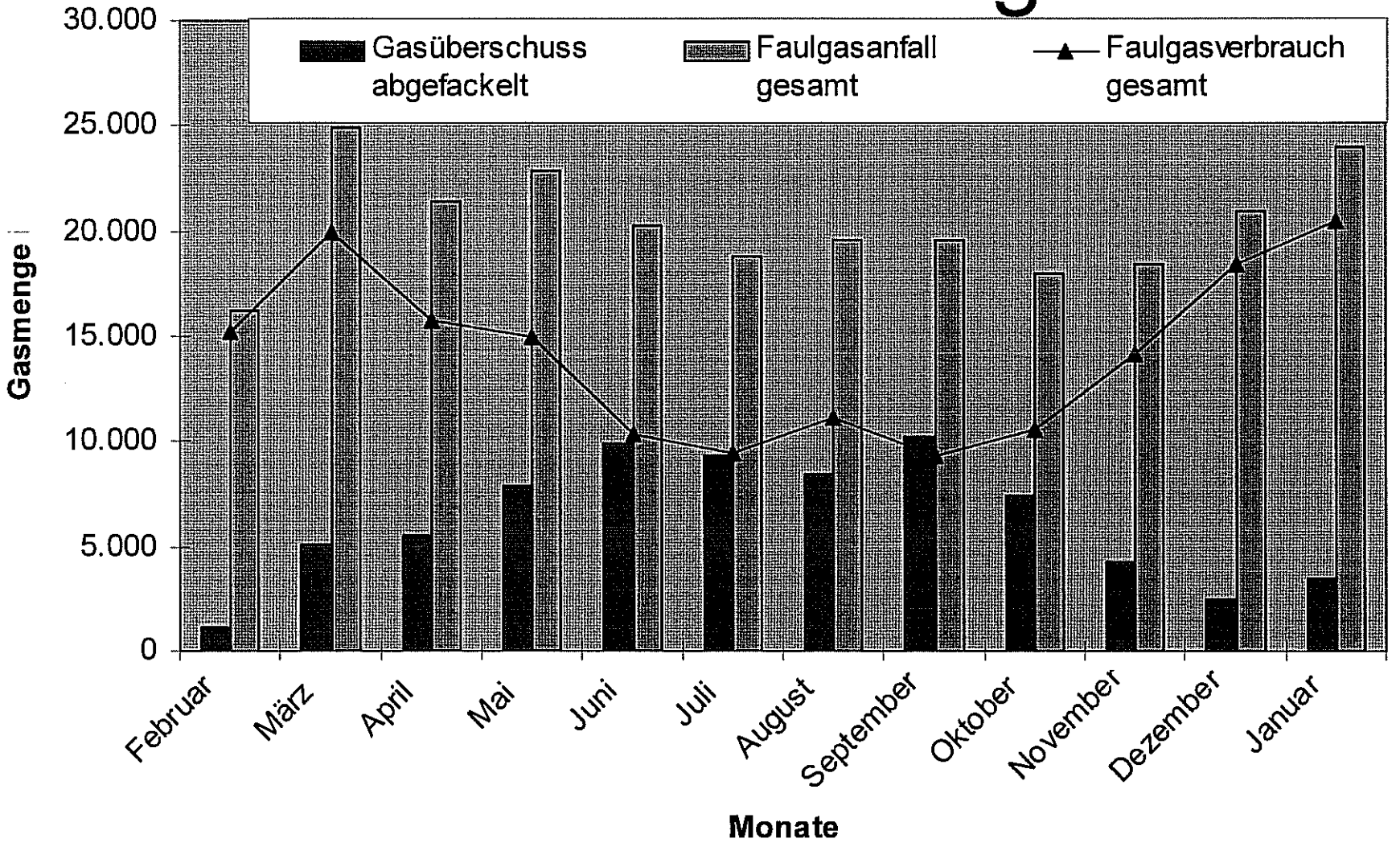
Übersichtsbild Istzustand



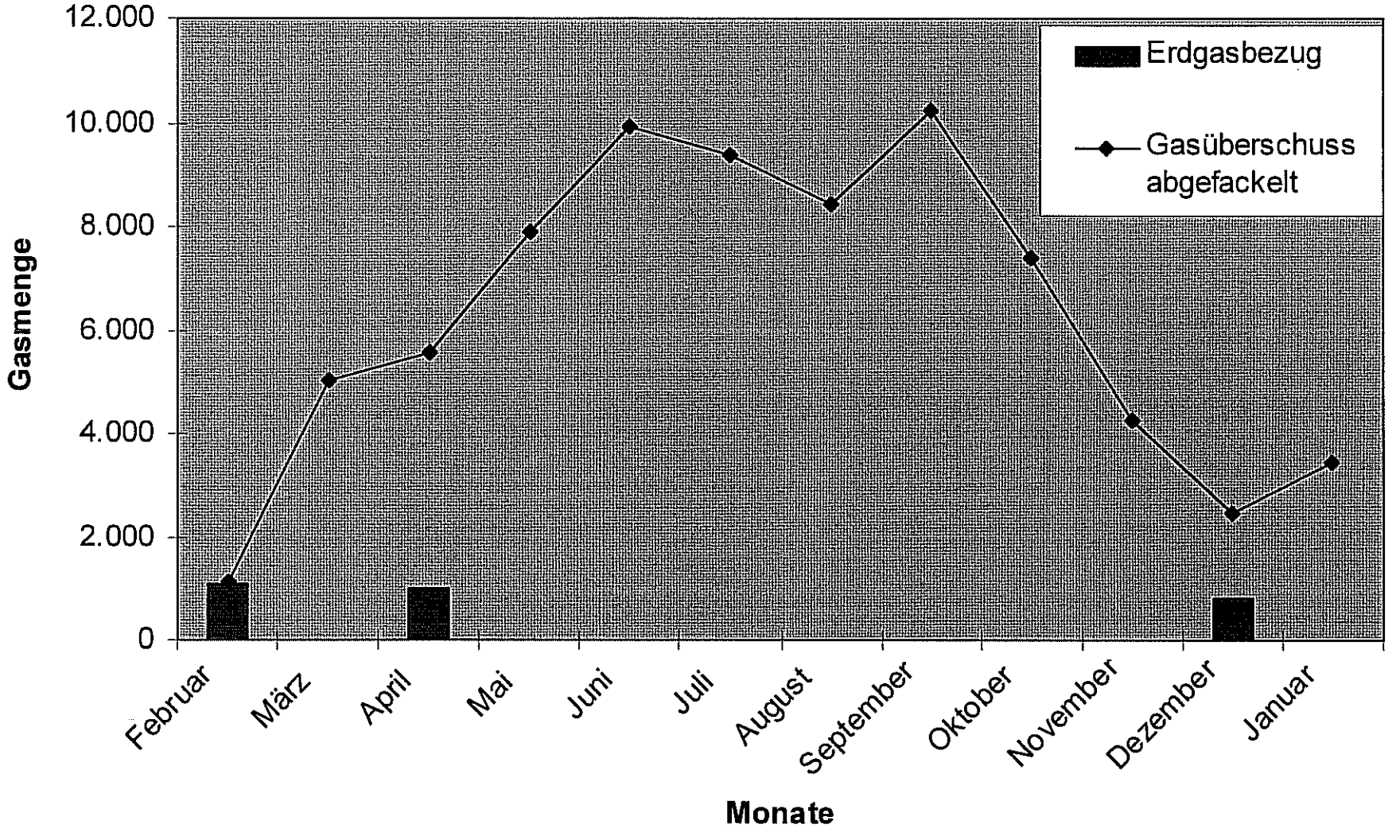
Klärgasnutzung

- **Schwankender täglicher Klärgasanfall (ca. 500-700 m³)**
- **deutlich zu geringe Kapazität des Gasbehälters (250m³) (übliche Auslegung entspricht einer Tagesmenge)**
- **ca. 1/3 der Klärgasmenge muss gegenwärtig abgefackelt werden**
- **Innerhalb der Wintermonate teilweise gleichzeitiges Abfackeln von Klärgas und Bezug von Erdgas (anlagen- und betriebstechnisch nicht vermeidbar)**

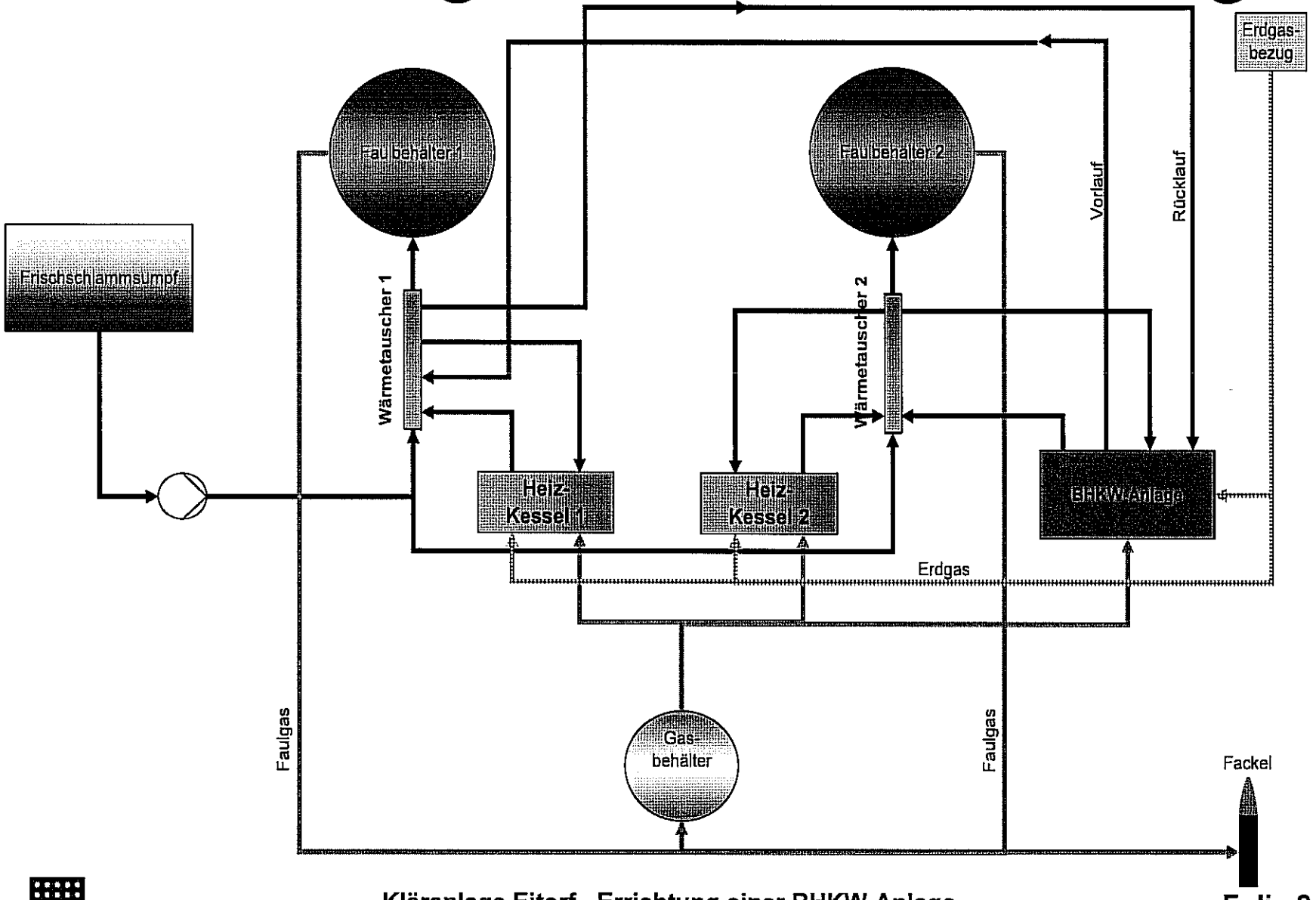
Monatswerte Klärgas



Klärgasüberschuss - Erdgasbezug



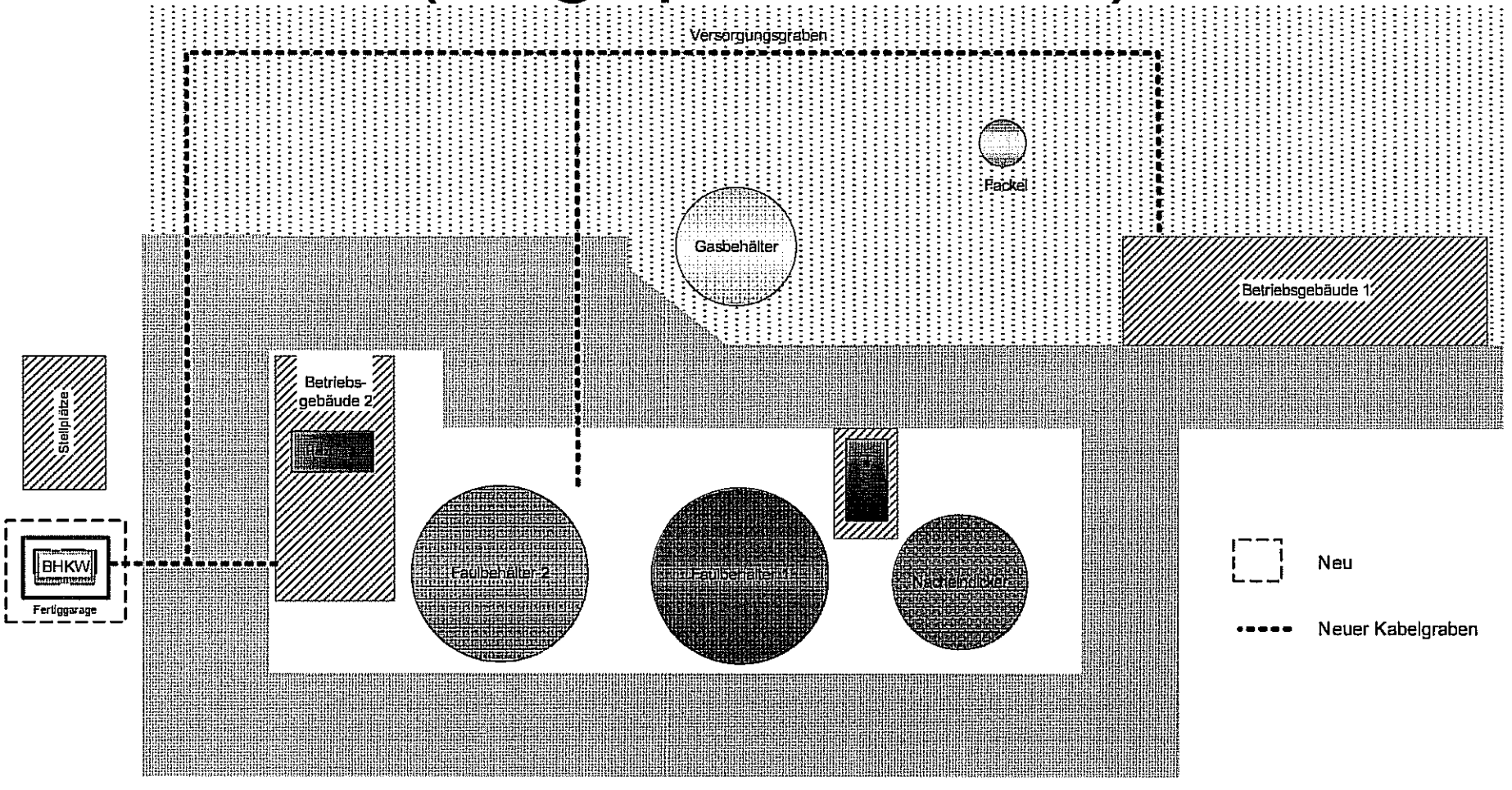
Einbindung einer BHKW-Anlage



john becker ingenieure

Kläranlage Eitorf - Errichtung einer BHKW-Anlage
Konzeptstudie

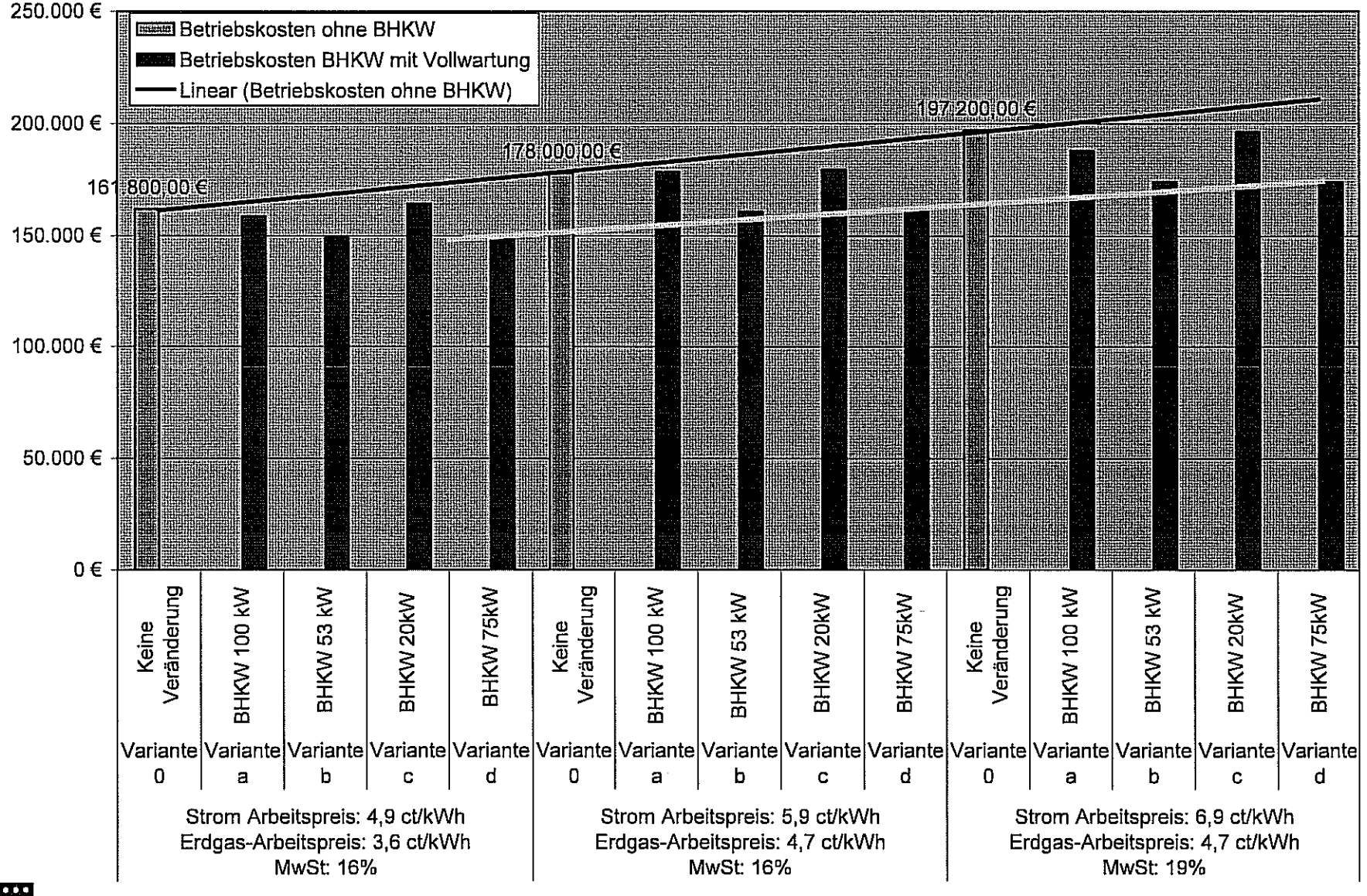
Aufstellungsort, Trassenführung (Lageplanskizze)



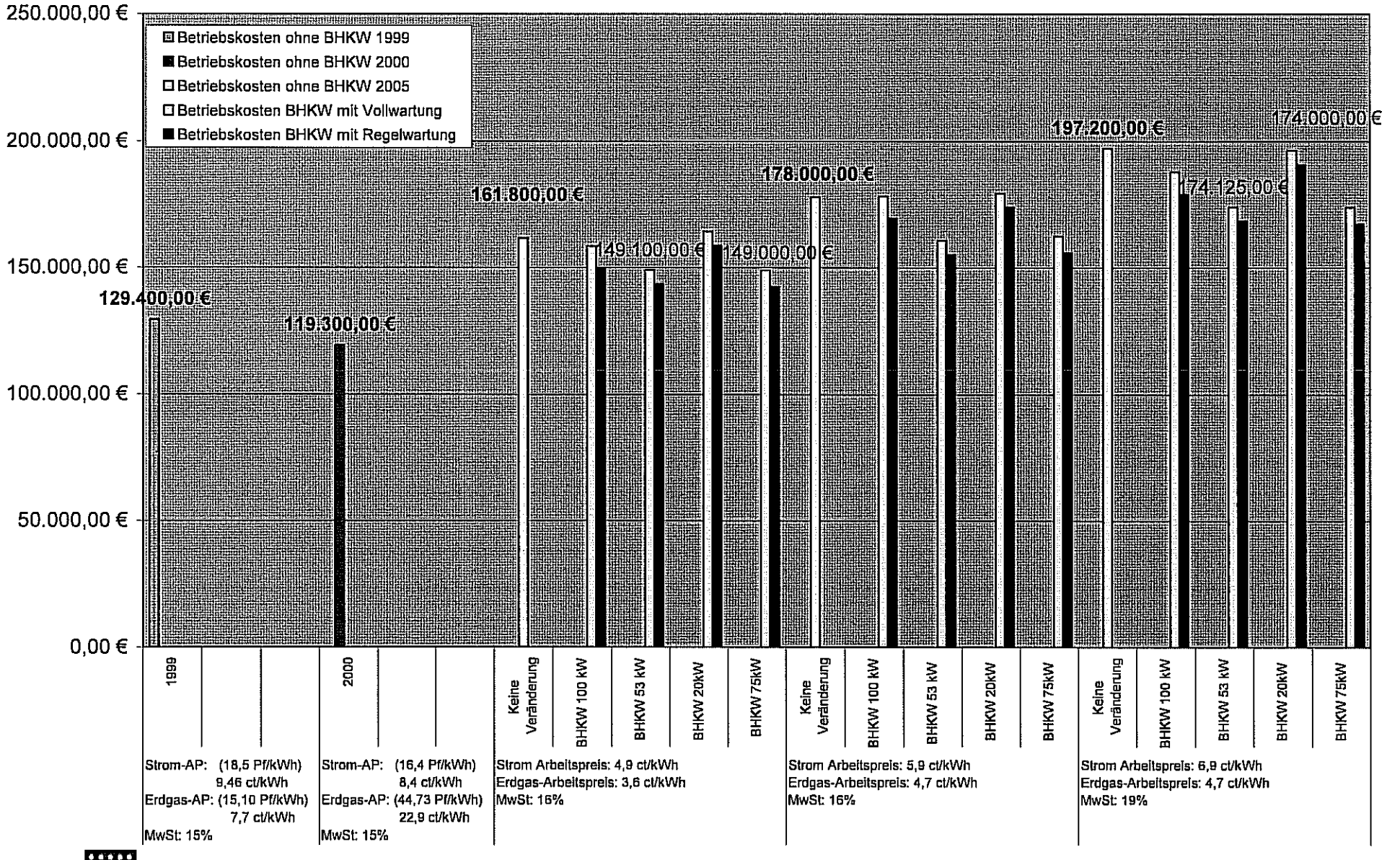
Variantenuntersuchung

- **Variante a:**
  - **Großes BHKW, Klär- und Erdgasbetrieb ,100 kW elektr. 200kW therm.**
  - **Wärmebedarf 100% durch BHKW gedeckt**
- **Variante b:**
  - **Mittleres BHKW, Klär- und Erdgasbetrieb, 53 kW elektr., 106 kW therm.**
  - **Thermischer Energiebedarf ist nicht abgedeckt → Erdgasbezug**
  - **Vermehrter Heizkesselbetrieb (Klärgas)**
- **Variante c:**
  - **Kleineres BHKW, Klärgasbetrieb, 20 kW elektr. , 40 kW therm.**
  - **Keine wärmetechnische Heizungsanbindung**
- **Variante d:**
  - **Mittelgroßes BHKW, 75 kW elektr., 150 kW therm.**
  - **Der thermische Energiebedarf wird weitgehend abgedeckt, Heizkesselbetrieb nur zu Spitzenlastabdeckung und bei Wartung**

Kostenvergleich



Kostenvergleich zu den Jahren 1999 und 2000



Empfehlung

- **Errichtung einer neuen BHKW-Anlage (1 Modul) mit einer Leistung von 55 - 85 kW als Containeranlage (Betonfertiggarage)**
- **Betrieb mit Vollwartung oder Regelwartung …oder Contracting**
- **Verhandlungen mit Energielieferanten (Erdgas)**
- **Vergleichmäßigung des Klärgasanfalls durch Umbau der Schlammpumpen**
- **Verifikation und Aktivierung noch vorhandener Einsparpotenziale (siehe Energieanlayse)**

Kosten

AP Strom: 4,9 ct/kWh
AP Erdgas: 3,6 ct/kWh
MwSt: 16%

	Variante 0	Variante a	Variante b	Variante c	Variante d
	Keine Veränderung	BHKW 100 kW 8000 h/a	BHKW 53 kW 8000 h/a	BHKW 20kW 8000 h/a	BHKW 75kW 8000 h/a
Strom Arbeitspreis (ct/kWh) (netto)	4,900	4,900	4,900	4,900	4,900
Strompreis im Mittel (ct/kWh) (brutto)	11,400	15,400	12,600	11,700	13,600
Erdgas-Arbeitspreis (ct/kWh) (netto)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Erdgaspreis im Mittel (ct/kWh) (brutto)	23,400	4,700	10,000	23,400	5,600
Strombezugs-Kosten	148.000,00 €	77.000,00 €	110.000,00 €	135.000,00 €	95.000,00 €
Erdgas-Kosten	7.500,00 €	52.000,00 €	10.500,00 €	7.500,00 €	24.000,00 €
Mineralölsteuerrückvergütung		7.000,00 €	200,00 €	200,00 €	2.800,00 €
Zwischensumme	**155.500,00 €**	**122.000,00 €**	**120.300,00 €**	**142.300,00 €**	**116.200,00 €**
Investitions-Kosten (jährlich) Annuität (12,7%) bei einem Zinssatz von 5% und einer Laufzeit von 10 Jahren					
BHKW Modul		21.000,00 €	18.000,00 €	12.500,00 €	20.000,00 €
Vollwartungs-Vertrag		15.600,00 €	10.800,00 €	9.600,00 €	12.800,00 €
Regelwartungs-Vertrag		6.800,00 €	5.200,00 €	4.000,00 €	6.160,00 €
neuer Heizkessel	(2.500 €)	-	-	-	-
neuer Brenner	-	-	-	-	-
Neuer Gasbehälter (Annuität von 7,1% bei einem Zinssatz von 5% und einer Laufzeit von 25 Jahren)		-			
500 m³ - Gasbehälter	6.300,00 €				
Betriebskosten ohne BHKW	**161.800,00 €**				
Betriebskosten BHKW mit Vollwartung		**158.600,00 €**	**149.100,00 €**	**164.400,00 €**	**149.000,00 €**
Betriebskosten BHKW mit Regelwartung		**149.800,00 €**	**143.500,00 €**	**158.800,00 €**	**142.360,00 €**

Berechnung von Variante 0 ohne Erneuerung des Heizkessels und Fackelverluste

Kosten

AP Strom: 5,9 ct/kWh
AP Erdgas: 4,7 ct/kWh
MwSt: 16%

	Variante 0	Variante a	Variante b	Variante c	Variante d
	Keine Veränderung	BHKW 100 kW 8000 h/a	BHKW 53 kW 8000 h/a	BHKW 20kW 8000 h/a	BHKW 75kW 8000 h/a
Strom Arbeitspreis (ct/kWh) (netto)	5,900	5,900	5,900	5,900	5,900
Strompreis im Mittel (ct/kWh) (brutto)	12,500	16,600	13,800	11,700	14,700
Erdgas-Arbeitspreis (ct/kWh) (netto)	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
Erdgaspreis im Mittel (ct/kWh) (brutto)	24,700	6,000	11,200	24,700	6,800
Strombezugs-Kosten	164.000,00 €	83.000,00 €	121.000,00 €	150.000,00 €	103.000,00 €
Erdgas-Kosten	7.700,00 €	66.000,00 €	11.700,00 €	7.700,00 €	29.500,00 €
Mineralölsteuerrückvergütung		7.200,00 €	675,00 €	200,00 €	2.700,00 €
Zwischensumme	**171.700,00 €**	**141.800,00 €**	**132.025,00 €**	**157.500,00 €**	**129.800,00 €**
Investitions-Kosten (jährlich) Annuität (12,7%) bei einem Zinssatz von 5% und einer Laufzeit von 10 Jahren					
BHKW Modul		21.000,00 €	18.000,00 €	12.500,00 €	20.000,00 €
Vollwartungs-Vertrag		15.600,00 €	10.800,00 €	9.600,00 €	12.800,00 €
Regelwartungs-Vertrag		6.800,00 €	5.200,00 €	4.000,00 €	6.160,00 €
neuer Heizkessel	(2.500 €)	-	-	-	-
neuer Brenner	-	-	-	-	-
Neuer Gasbehälter (Annuität von 7,1% bei einem Zinssatz von 5% und einer Laufzeit von 25 Jahren)		-			
500 m³ - Gasbehälter	6.300,00 €				
Betriebskosten ohne BHKW	**178.000,00 €**				
Betriebskosten BHKW mit Vollwartung		**178.400,00 €**	**160.825,00 €**	**179.600,00 €**	**162.600,00 €**
Betriebskosten BHKW mit Regelwartung		**169.600,00 €**	**155.225,00 €**	**174.000,00 €**	**155.960,00 €**

Berechnung von Variante 0 ohne Erneuerung des Heizkessels und Fackelverluste

Kosten

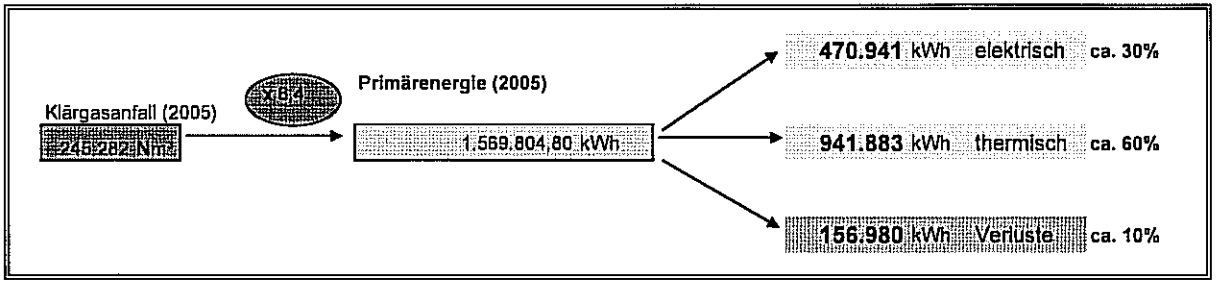
AP Strom: 6,9 ct/kWh
AP Erdgas: 4,7 ct/kWh
MwSt: 19%

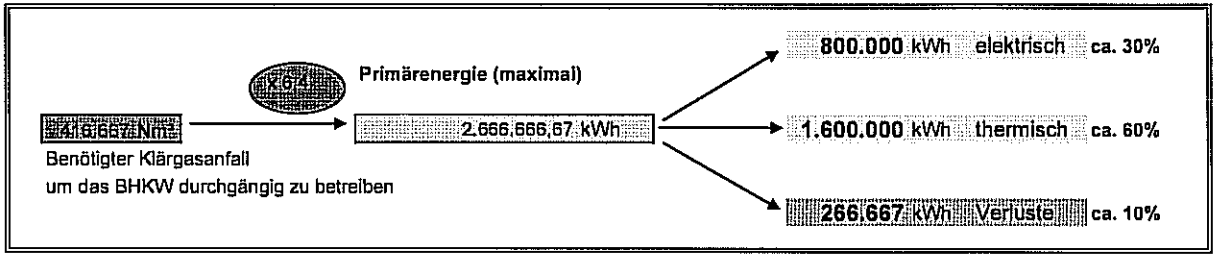
	Variante 0	Variante a	Variante b	Variante c	Variante d
	Keine Veränderung	BHKW 100 kW 8000 h/a	BHKW 53 kW 8000 h/a	BHKW 20kW 8000 h/a	BHKW 75kW 8000 h/a
Strom Arbeitspreis (ct/kWh) (netto)	6,900	6,900	6,900	6,900	6,900
Strompreis im Mittel (ct/kWh) (brutto)	14,100	18,200	15,300	14,400	16,300
Erdgas-Arbeitspreis (ct/kWh) (netto)	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
Erdgaspreis im Mittel (ct/kWh) (brutto)	25,400	6,100	11,500	25,400	7,000
Strombezugs-Kosten (brutto)	183.000,00 €	91.000,00 €	134.000,00 €	166.500,00 €	114.000,00 €
Erdgas-Kosten (brutto)	7.900,00 €	67.500,00 €	12.000,00 €	8.000,00 €	30.000,00 €
Mineralölsteuerrückvergütung (brutto)		7.200,00 €	675,00 €	200,00 €	2.800,00 €
Zwischensumme	**190.900,00 €**	**151.300,00 €**	**145.325,00 €**	**174.300,00 €**	**141.200,00 €**
Investitions-Kosten (jährlich) Annuität (12,7%) bei einem Zinssatz von 5% und einer Laufzeit von 10 Jahren					
BHKW Modul		21.000,00 €	18.000,00 €	12.500,00 €	20.000,00 €
Vollwartungs-Vertrag		15.600,00 €	10.800,00 €	9.600,00 €	12.800,00 €
Regelwartungs-Vertrag		6.800,00 €	5.200,00 €	4.000,00 €	6.160,00 €
neuer Heizkessel	(2.500 €)	-	-	-	-
neuer Brenner	-	-	-	-	-
Neuer Gasbehälter (Annuität von 7,1% bei einem Zinssatz von 5% und einer Laufzeit von 25 Jahren)		-			
500 m³ - Gasbehälter	6.300,00 €				
Betriebskosten ohne BHKW	**197.200,00 €**				
Betriebskosten BHKW mit Vollwartung		**187.900,00 €**	**174.125,00 €**	**196.400,00 €**	**174.000,00 €**
Betriebskosten BHKW mit Regelwartung		**179.100,00 €**	**168.525,00 €**	**190.800,00 €**	**167.360,00 €**

Berechnung von Variante 0 ohne Erneuerung des Heizkessels und Fackelverluste

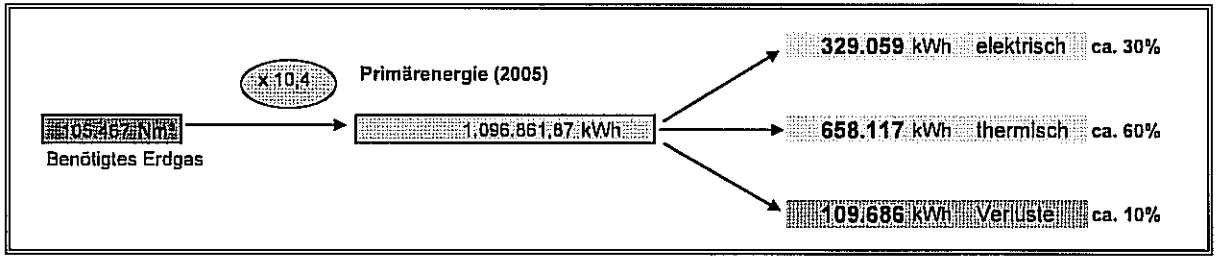
Variante (a)

BHKW:
Betriebsstd./Jahr: 8000 h
Elektrische Leistung: 100 kW
Thermische Leistung: 200 kW





329.000 kWh elektrische Energie müssen aus Erdgas erzeugt werden.

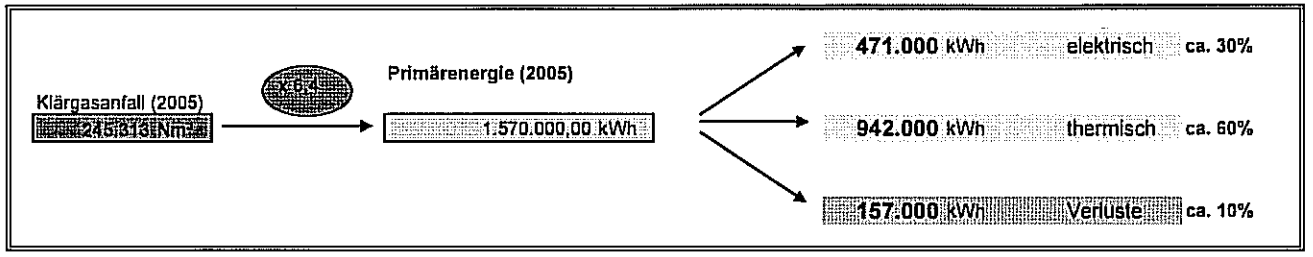


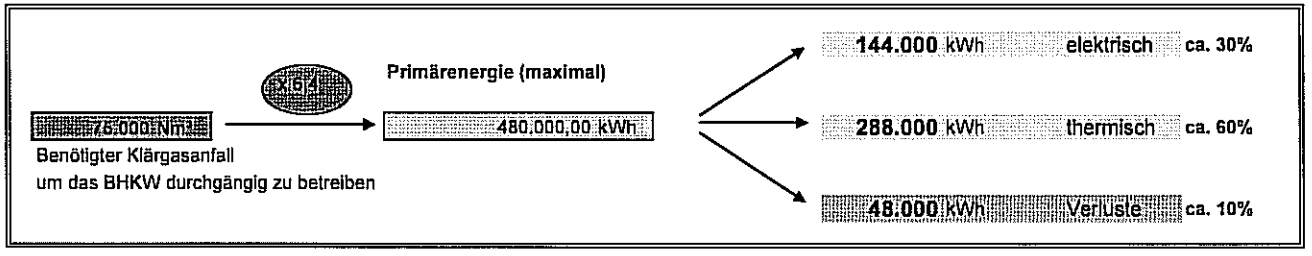
ca. **1.097.000** kWh aus Erdgas

1.096.862 kWh * 3,6 ct/kWh **39.487,03 €**

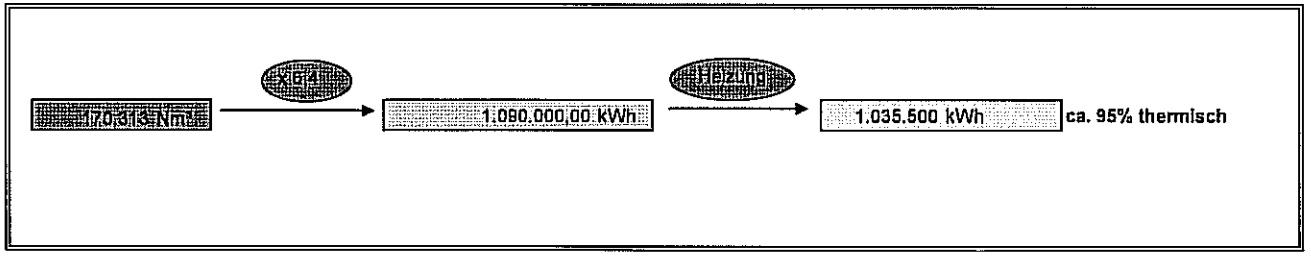
Variante (c)

BHKW:
Betriebsstd./Jahr: 8000 h
Elektrische Leistung: 20 kW
Thermische Leistung: 40 kW





ca. 1.037.000 kWh Primärenergie aus Klärgas stehen noch zur Verfügung. Das entspricht einer Menge von ca. 162.000 Nm³ Klärgas.

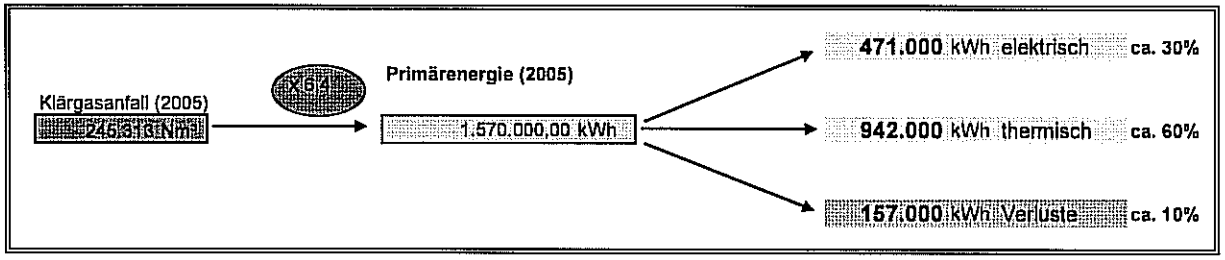


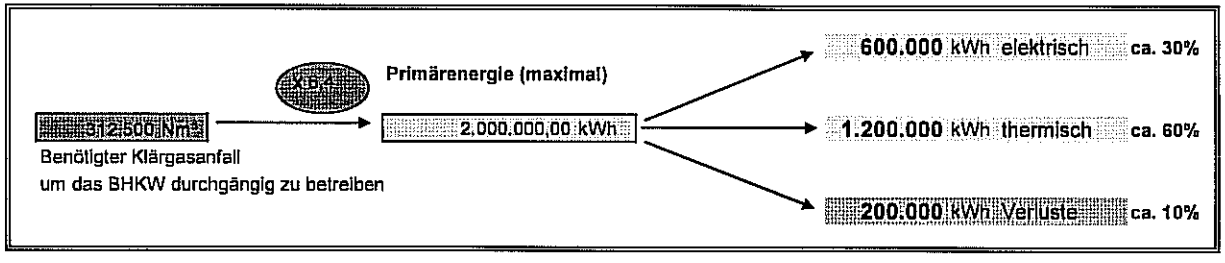
Dieses Klärgas kann zum Betreiben der Heizung dienen, welche eine thermische Leistung von ca. 1.035.000 kWh erzeugt.
Der thermische Leistung des BHKW beläuft sich auf ca. 290.000 kWh.
Der gesamte Wärmebedarf wäre abgedeckt:

288.000 kWh
1.035.500 kWh
1.323.500 kWh

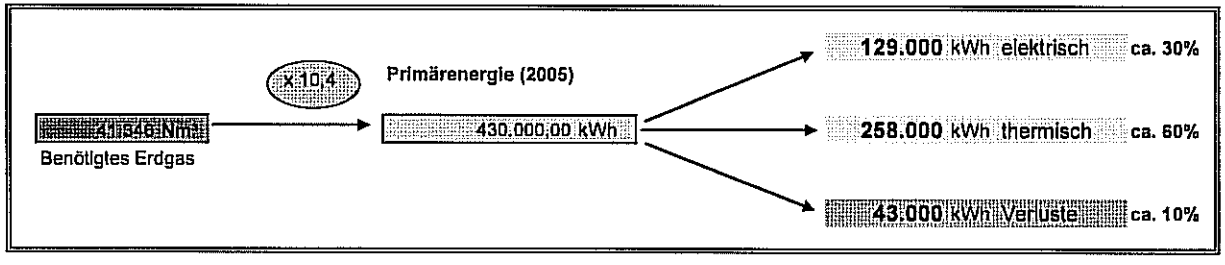
Variante (d)

BHKW:
Betriebsstd./Jahr: 8000 h
Elektrische Leistung 75 kW
Thermische Leistun; 150 kW





129.000 kWh elektrische Energie müssen aus Erdgas erzeugt werden.



430.000 kWh * 3,6 c/kWh **15.480,00 €**