

Untersuchung über die Möglichkeit die Abwärme einer Biogas-Anlage zur Wärmeversorgung des geplanten Baugebietes in Welkenbach zu nutzen



Einleitung

Fossile Energie

Fossile Energieträger sind erschöpflich, sie sind aus organischen Substanzen, die über Millionen von Jahren unter bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen in der Erde gelagert wurden, entstanden. Sie sind umweltschädigend, da bei ihrer energetischen Umsetzung in kurzer Zeit CO₂ in die Atmosphäre freigesetzt wird, welches im Verlaufe erdgeschichtlicher Zeiträume gebunden war.

Erneuerbare oder regenerative Energie?

Erneuerbare Energieträger sind unerschöpflich, sie gehen aus der Energie der Sonne hervor und erneuern sich - über menschliche Zeiträume gesehen - selbst. Sie sind umweltfreundlich, da bei ihrer energetischen Umsetzung kein CO₂, bzw. nur das CO₂ freigesetzt wird, was bei Ihrer Entstehung über kurze Zeiträume gespeichert wurde (CO₂-Kreislauf). Erneuerbare Energieträger können dezentral am Ort des Energiebedarfes gewandelt und genutzt werden. Gegenwärtig beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energieerzeugung in Deutschland ca. 2-3 %. Es ist zu beachten, dass kurzfristig erneuerbare Energien nicht den Hauptteil an der Energieerzeugung sichern können. Langfristig ist aber eine deutliche Vergrößerung des Anteiles überlebensnotwendig. So beträgt in der Europäischen Union der Anteil erneuerbarer Energien gegenwärtig ca. 6%. Im Weißbuch der EU wird als Zielstellung bis zum Jahr 2010 eine Verdoppelung auf 12% genannt.

Biogasanlage

Die Energieerzeugung durch Vergärung ist seit langem bekannt. Die Erzeugung von Strom aus Biogas (Biogas entsteht über den Abbau organischer Substanzen durch Bakterien) hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung zu verzeichnen, die sich in wachsender Zahl der Biogasanlagen widerspiegelt. In Deutschland sind derzeit 1600 Biogasanlagen in Betrieb. Für die Landwirtschaft ist die Anwendung von Vergasungsverfahren als zusätzliche Einnahmequelle von steigender Bedeutung, gleichzeitig werden die Nebeneffekte (z.B. Einsparung von Mineraldünger) der Vergärung aufgrund der erhöhten Anforderungen an den Umwelt- und Klimaschutz immer wichtiger. Für die Biogasgewinnung lassen sich leicht abbaubare organische Substrate verwenden. Der in landwirtschaftlichen Betrieben anfallende Flüssigmist dient hier als Grundsubstrat. Er stabilisiert den Gärprozess und gleicht Schwankungen in der Zusammensetzung des Gärsubstrates bei der Zugabe von Co-Substrats aus. Als Co-Substrat kommen z.B. Grüngut, Mais, Rübenblätter in Frage.. Gülle und Co-Substrate werden von den fermentativen Bakterien bei einer Prozesstemperatur zwischen 33 und 40 Grad Celsius in Zucker, organische Säuren und Alkohole umgesetzt.. Die essigsäurebildende Bakterien produzieren hieraus Essigsäure und Wasserstoff. Schließlich entsteht durch die methanbildende Bakterien das Biogas, das zwischen 60 und 70 % Methan (CH₄) enthält. Im Biogas sind ca. 1% Schwefelwasserstoffe enthalten. Der Schwefelwasserstoff kann z.B. durch Luftzugabe in den Fermenter so reduziert werden das eine energetische Nutzung des Biogases in einem BHKW (Block-Heizkraftwerk, besteht aus einem Verbrennungsmotor mit einem direkt gekoppelten Generator) möglich ist. Der elektrische Wirkungsgrad liegt, je nach Motorentyp (Gas-Otto, Dieselmotor – Gas-Otto-Verfahren, Dieselmotor – Zündstrahlverfahren)

zwischen 20 bis zu 38 % Die Verwendung von Biogas als Kraftstoff wird in der Schweiz und in Schweden in Pilotprojekten praktiziert. In Deutschland ist diese Art der Nutzung noch in den Anfängen. Ein Teil der anfallenden Abwärme wird zur Aufrechterhaltung des Vergärungsprozesses benötigt. In den Wintermonaten kann ein Teil der Abwärme für Beheizung der eigenen Wohngebäude / Betriebsgebäude genutzt werden. Neben diesen beiden Nutzungsmöglichkeiten stehen den allermeisten Biogasanlagen keine weiteren Möglichkeiten zur Nutzung der anfallenden Restwärme zur Verfügung. Das liegt daran die meisten landwirtschaftliche Betriebe, und damit die Biogasanlagen, sich weit vom Siedungsgebiet der Städte und Gemeinden befinden..

Das Baugebiet Welkenbach

Im Jahr 2004 hat der Stadtrat der Stadt Herzogenaurach ein neues Baugebiet im Westen von Ortteil Welkenbach ausgewiesen. Das Baugebiet umfasst ca. 13276 m² aufgeteilt auf 26 Grundstücke. Je nach Bebauung liegt die Baudichte bei 26 bis zu 60 Wohneinheiten. In ca. 200 Meter Entfernung liegt ein landwirtschaftlicher Betrieb mit ausreichendem Viehbesatz der den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage erwarten lässt. Durch das Einbringen eines Nahwärmeversorgungsnetzes während den Erschließungsmaßnahmen des neuen Baugebietes kann die anfallende „Abfallwärme“ einer Biogasanlage wirtschaftlich und ökologisch genutzt werden.

Die Projektidee

Bau einer Biogasanlage mit Nutzung der anfallenden Abwärme im neuen Baugebiet Welkenbach.

Die wichtigsten Vorteile sind:

- umweltfreundlich, CO₂-neutral,
- Quellen erneuern sich selbst durch Sonnenenergie,
- Unabhängig von den Preissteigerungen fossiler Energieträger
- Dezentrale Bereitstellung von Wärmeenergie
- Regionaler Wirtschaftskreislauf

Vor- und Nachteile einer Nahwärmeversorgung

- **Unabhängigkeit von den großen Energiemärkten** (Erdöl, Erdgas) das hier nachwachsende Rohstoffe (Gülle, Mais, etc.) als Energieträger verwendet werden.
- **Mehr Wohnraum** in den Wohneinheiten durch die Einsparung von Heizraum, und Lagerraum Lageraum.
- **Kostenreduktion** der Baukosten durch den Wegfall von Heizkessel und Kamin.
- **Hohe Versorgungssicherheit** auch bei weltwirtschaftlichen Krisen (z.B. Ölkrise in den 70er Jahren)
- **Abhängigkeit vom Betreiber** des Nahwärmenetzes (z.B. Stadtwerke) durch langfristige Verträge.

Voraussetzung für eine wirtschaftliche Nahwärmeversorgung

- Hohe Mindest-Wärmeabnahme
 - Größere Anzahl an Wohneinheiten. > 40WE
 - Versorgung der WE mit Raumwärme und Warmwasser
- Hohe Flächendichte, Gebäude relativ dicht zusammen
- Versorgung aller Abnehmer in einem zusammenhängenden Gebiet
 - Kurze Leitungswege (Verluste, geringe Rohrleitungskosten)
- Rechzeitige Konzeption / Vor-Planung (Optimierung der Netzplanung)
- Frühzeitige Entscheidung, noch vor der Erschließung
 - Verlegung der Nahwärmeleitungen während der Erschließungsphase zusammen mit anderen Gewerken (Abwasser, Trinkwasser, Stromversorgung etc.)
- Projekt muss für einen Betreiber / Contractor interessant sein
 - Umsetzbare, klare Konzeption
 - Überschaubarer Zeitrahmen für die Realisierung

Interessen der Beteiligten

- **Kommune**
 - Ökologische Energieversorgung
 - Vorbildliche Bauprojekte
 - Günstiger Wohnraum
 - Zufriedene Bürger
- **Bauträger**
 - Hohe Versorgungssicherheit
 - Niedrige Investitionskosten
 - Marktfähiges Energiekonzept
 - Flexible Energiebereitstellung
- **Wärmelieferant**
 - Gesicherte Energieabnahme
 - Sinnvolle und zuverlässige Technik
 - Überschaubarer Aufwand (Finanzierung, Arbeitsaufwand)
 - Kalkulierbare Kosten und Erlöse
 - Zufriedene Kunden
- **Nutzer**
 - Günstiger, langfristig kalkulierbarer Wärmepreis
 - Hoher Heizkomfort
 - einfache Anrechnung
 - schneller Service

Problempunkte Baugebiet Welkenbach

- Grundstücke sind in Privatbesitz, d.h. es ist davon auszugehen das die Vermarktung nicht über einen Bauträger erfolgt.
- Die Kommune hat somit keine Möglichkeit zur Festlegung einer Anschlussverpflichtung an ein Nahwärmenetz. Die einzige Möglichkeit besteht über das Privatrecht im Kaufvertrag

Methodik der Untersuchung

Biogasanlage

- Ermittlung des Viehbestandes (→ Gülle → Grundsubstrat)
- Ermittlung der zur Verfügung stehenden bzw. notwendigen Fläche für nachwachsende Rohstoffe (Mais, Grünget etc.)
- Festlegung der Anlagentechnik
- Technische und wirtschaftliche Berechnung der Biogasanlage
- Ermittlung der verfügbaren Wärmemengen (abzüglich benötigter Wärmemengen für den Biogasprozess, für den landwirtschaftlichen Eigenbedarf)

Nahwärmenetz

- Abschätzung wie das geplante Baugebiet bebaut werden kann. (Anzahl EFH, MFH)
- Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes unter Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors.
- Erstellen einer Jahresdauerlinie, d.h. Verlauf des Wärmebedarfes über das Jahr
- Festlegen der Rohrquerschnitte unter Berücksichtigung des zulässigen Druckverlustes
- Festlegen der Rohrleitungstrassen unter Berücksichtigung möglicher Erschließungstrassen.
- Ermittlung der Rohrleitungslängen
- Festlegen der Technik für ein Backup Systems (Notfall- / Spitzenlast-Heizkessel)
- Ermittlung der Wärmemengen aus Biogasanlage / Spitzenlastkessel (Jahreswerte)
- Ermittlung der Investitionskosten

Betriebswirtschaft

- Ermittlung des Finanzierungsbedarfes für das Gesamtprojekt
- Annahme eines fiktiven Baukostenzuschusses der Abnehmer
- Welche Fördermöglichkeiten können genutzt werden
- Ermittlung möglicher Kosten für
 - Finanzierung
 - Versicherung
 - Reparaturen
 - Rücklagen
 - Verbrauchskosten (Hackschnitzel oder Flüssiggas für den Backup / Spitzenlast Heizkessel)
 - Personal
 - Abrechnung
- Wirtschaftlichkeitsberechnung: Ziel ist die Ermittlung eines möglichen Wärmege-
stehungspreises unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten

Zusammenfassung

Immer mehr landwirtschaftliche Betriebe sind, bedingt durch den Preisverfall für Agrarprodukte, gezwungen andere Einnahmemöglichkeiten zu suchen. Eine Möglichkeit für zusätzliche Einnahmen ist der Bau und Betrieb einer Biogasanlage. Für die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen ist notwendig das der

landwirtschaftliche Betrieb einen großen Viehbestand hat und genügend Flächen für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (NAWOS) vorhanden sind. Der neben dem geplanten Neubaugebiet angrenzenden landwirtschaftlichen Betrieb erfüllt diese Voraussetzung.

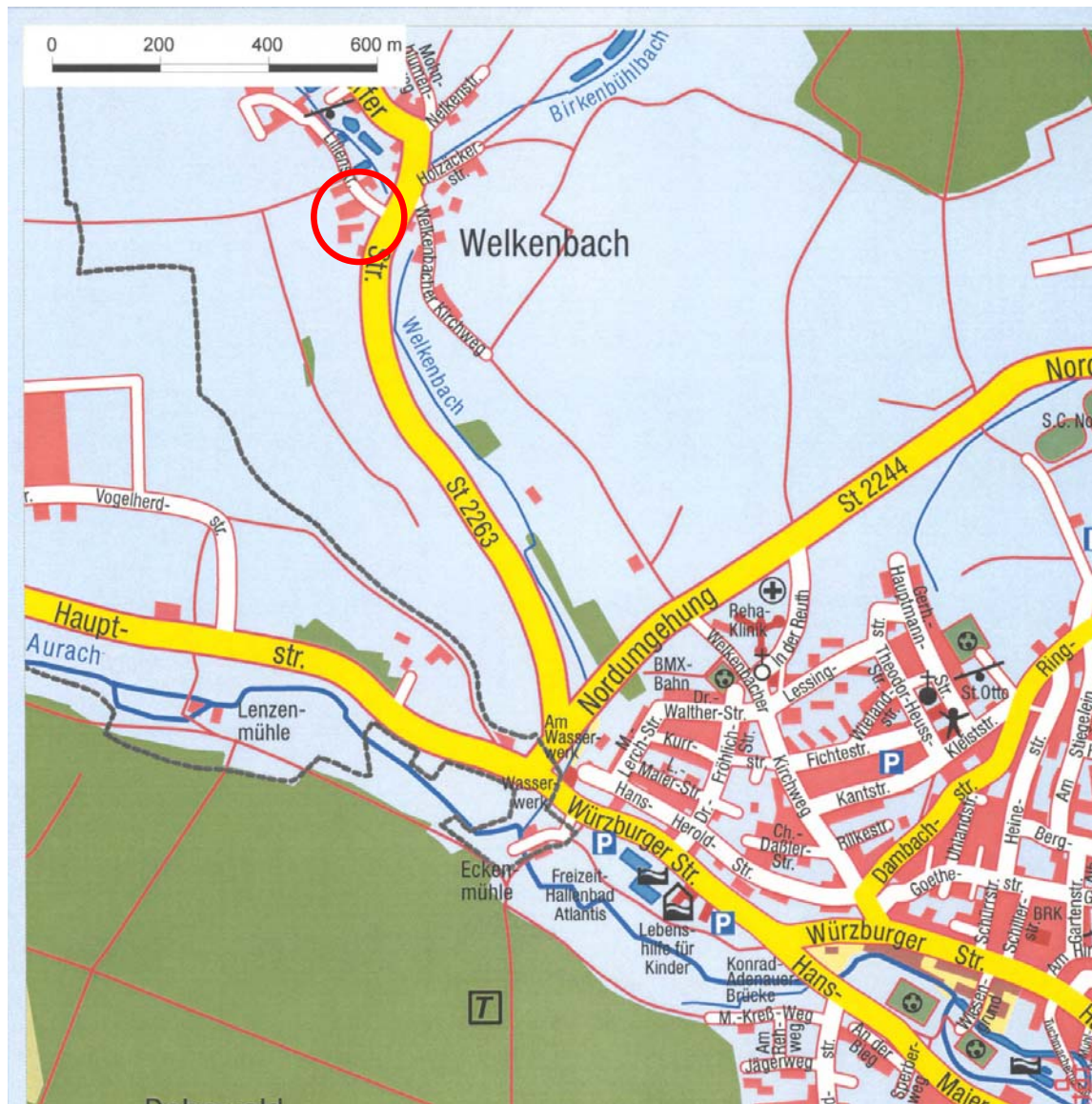
Mit Hilfe des Entwicklungs- Beratungs- und Anwendungszentrum für die verstärkte Nutzung von Biomasse (EBA) in Weidenbach wurde ein Grobkonzept zum Bau einer Biogasanlage erstellt. Die angedachte Biogasanlage „Welkenbach“ kann nach diesem Grobkonzept auch ohne Wärmeauskopplung wirtschaftlich betrieben werden. Das Ergebnis dieser Studie ist, dass ca. 0,96 GW an Wärme aus der Biogasanlage in das Nahwärmenetz eingespeist werden kann. In einer weiteren Untersuchung wurde der benötigte Wärmebedarf für das geplante Wohngebiet ermittelt. Da die Einzelgrundstücke sich alle in Privatbesitz befinden, ist davon auszugehen, dass die Bebauung überwiegend Einfamilienhäuser erfolgt. Daher wurde für die Ermittlung der benötigten Wärme 30 Einfamilien- und 5 Mehrfamilienhäuser angenommen. Unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse in Herzogenaurach wurde ein Gesamtwärmebedarf von ca. 1,0 GW ermittelt. Für den Fall dass die Biogasanlage ausfällt wurde ein Notfall-Heizkessel (Brennstoff Holzpellet), vorgesehen. Dieser Notfallkessel deckt im Normabtrieb bzw. während geplanten Wartungsarbeiten an der Biogasanlage, den Bereich (sehr hoher Wärmebedarf in den Wintermonaten) der Wärmeversorgung ab, der nicht von der Biogasanlage erbracht werden kann. Die ermittelten Wärmegestehungskosten liegen bei ca. 51 Euro pro MWh. Im Vergleich bieten die HerzoWerke Nahwärme zu einem Preis von 48,7 Euro pro MWh an. Im August 2004 lag der Preis bezogen auf 1 MWh für Ergas bei 36,4 Euro, für Heizöl bei 54 Euro und für Holzpellet bei 37 Euro.

Da diese Ergebnisse nur auf eine grobe konservative Abschätzung basieren ist davon auszugehen dass die Wärmegestehungskosten für das geplante Baugebiet nach genauen Berechnungen bzw. Optimierung der Systemtechnik sicherlich im Bereich von 49 Euro liegen.

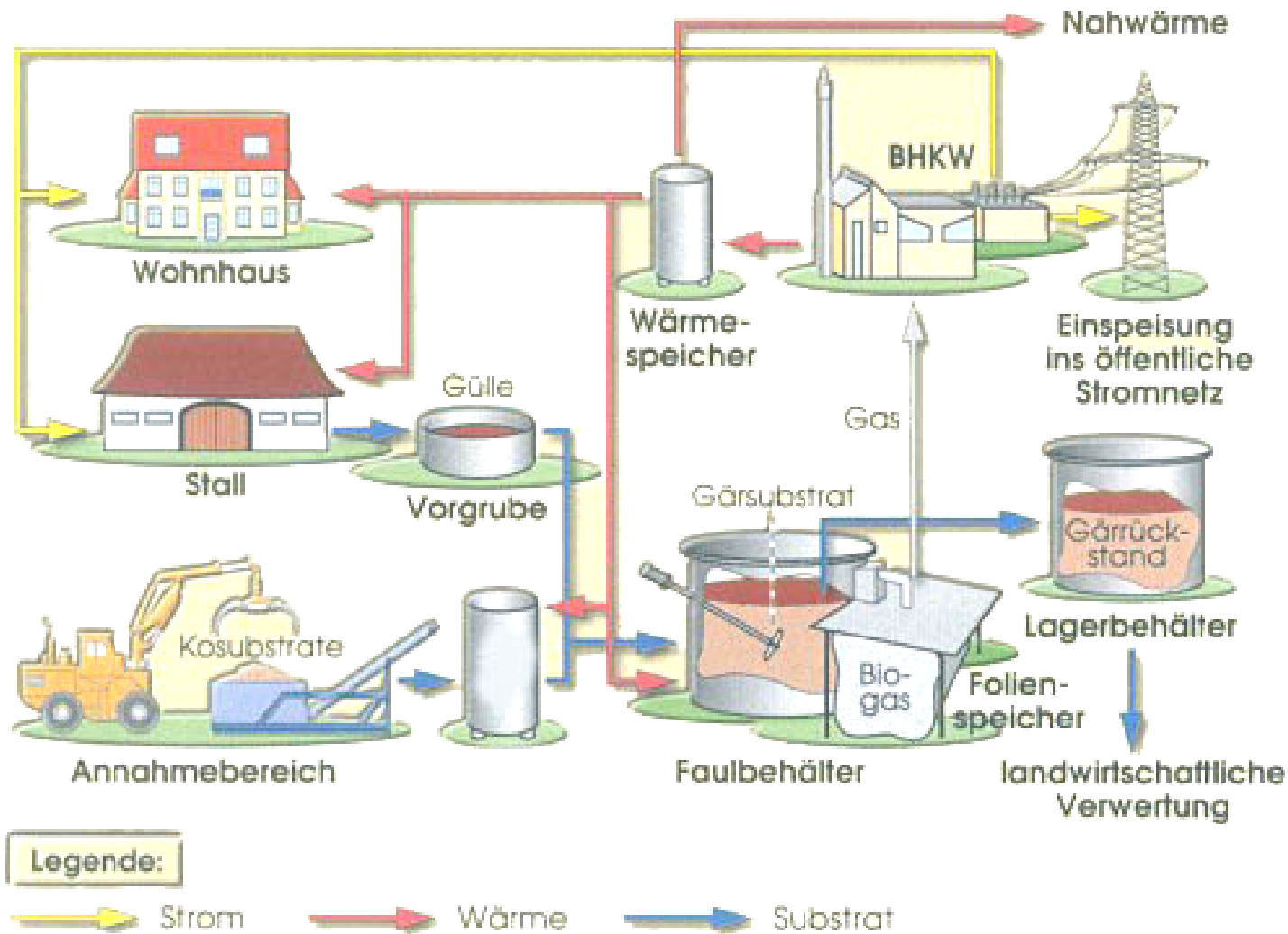
Fazit: Unter dem Hintergrund der starken Preissteigerung für fossile Energieträger ist die Nahwärmeversorgung des geplanten Baugebietes über eine Biogasanlage aus ökologischer, wie auch aus ökonomischer Sicht sinnvoll.

Anmerkung: Die Betrachtung die anfallende „Überschusswärme“ aus der Biogasanlage in den Sommermonaten mittels eines Wärmespeichers für die Wintermonate zu speichern. wurde aus Kostengründen nicht weiterverfolgt.

Lage des neuen Baugebietes im Ortsteil Welkenbach

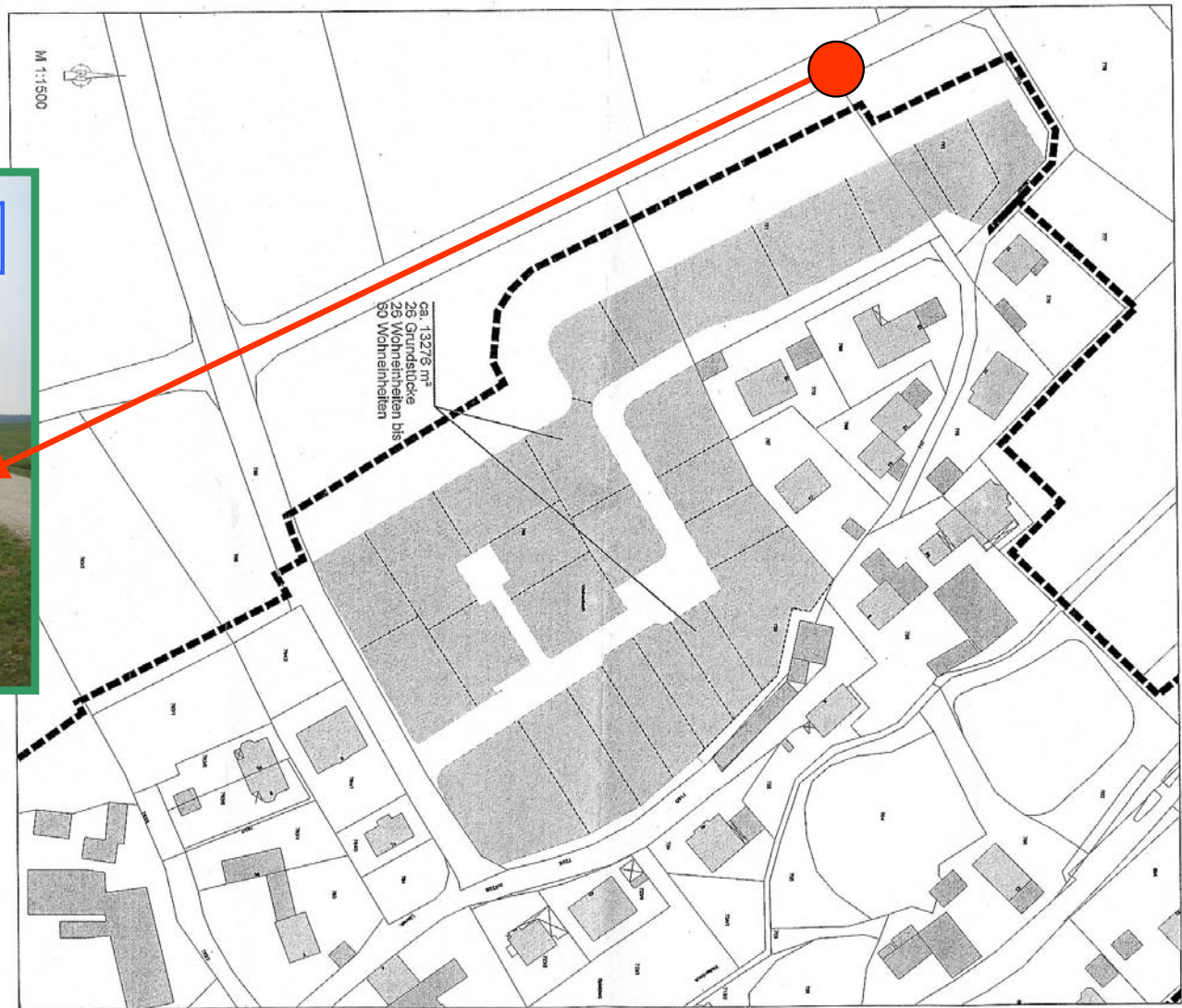
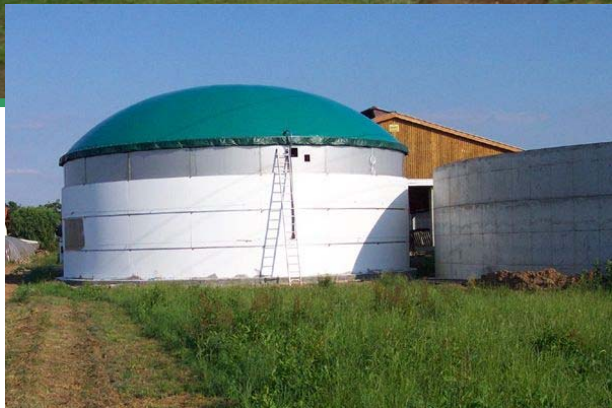


Biogasanlage mit Kofermentation



Geplanter Standort der Biogasanlage

Gepl. Standort Biogas Anlage



Daten zum Bebauungsplan

Bebauungsplan:

- 13276 m²
- 26 Grundstücke in Privatbesitz
- Bebaubar mit 25 bis 60 Wohneinheiten

Vorschlag des AK Energie zur Wärmeversorgung

Versorgung des neuen Baugebietes mit regenerativer Wärme aus einer Biogasanlage

Vorteile:

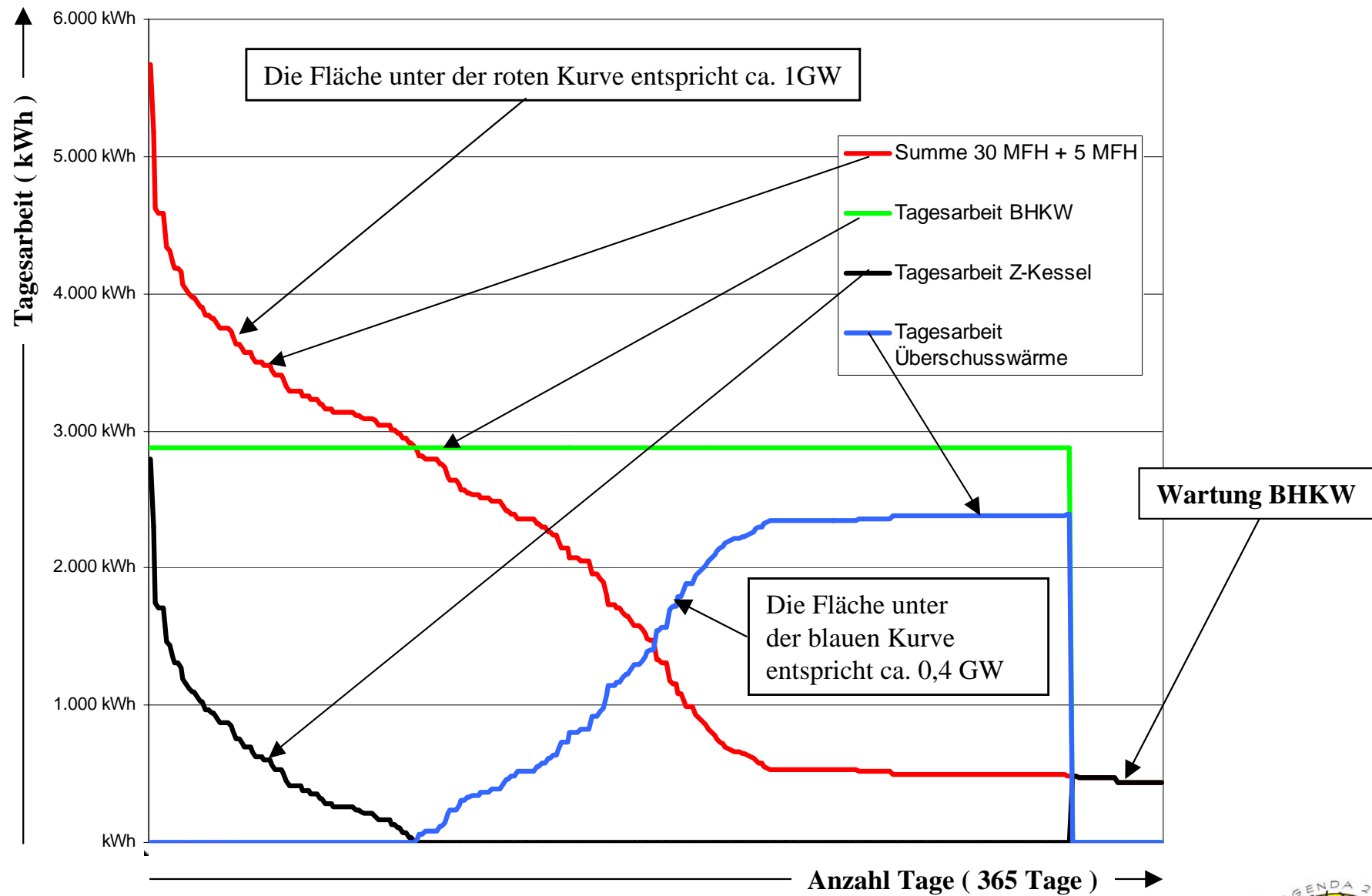
- Umweltfreundlich, CO₂-neutral.
- Quellen erneuern sich selbst durch Sonnenenergie.
- Unabhängig von den Preissteigerungen fossiler Energieträger.
- Dezentrale Bereitstellung von Wärmeenergie.
- Regionaler Wirtschaftskreislauf.

Geschätze Wärmegestehungskosten

Herstellungskosten für die Nahwärmeversorgung einschl. Notfall / Spitzenlastkessel :	238.000 Euro
Mögliche Förderung :	-37.000 Euro
Anschlußkosten (Baukostenzuschuß) :	-52.000 Euro
Finanzierungskosten :	149.000 Euro
Betriebskosten pro Jahr :	52.000 Euro

⇒ **51 Euro/MWh (5,1ct/kWh)**

Geschätzter jährlicher Wärmebedarf des Baugebietes



Preisvergleich Erdgas / Heizöl / Holzpellet Stand: 14.9.2004

Preisvergleich Heizöl EL / Gas

Stichtag 16. August 2004

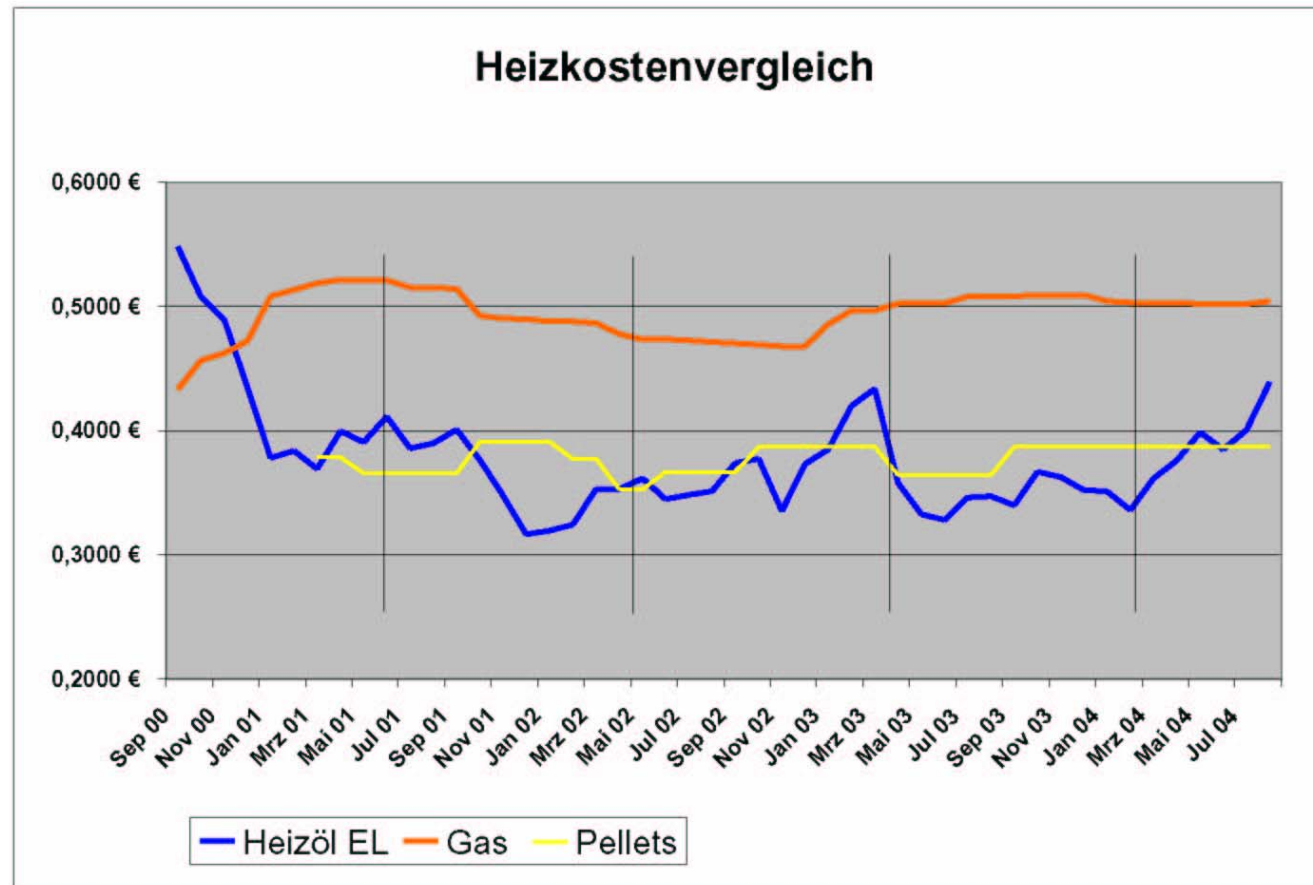
Basis: Abnahme von 3.000 ltr.

Durchschnittspreise je Bundesland

Quelle: Brennstoffspiegel 9/2004 und Fa. Lockfish für Pelletpreise

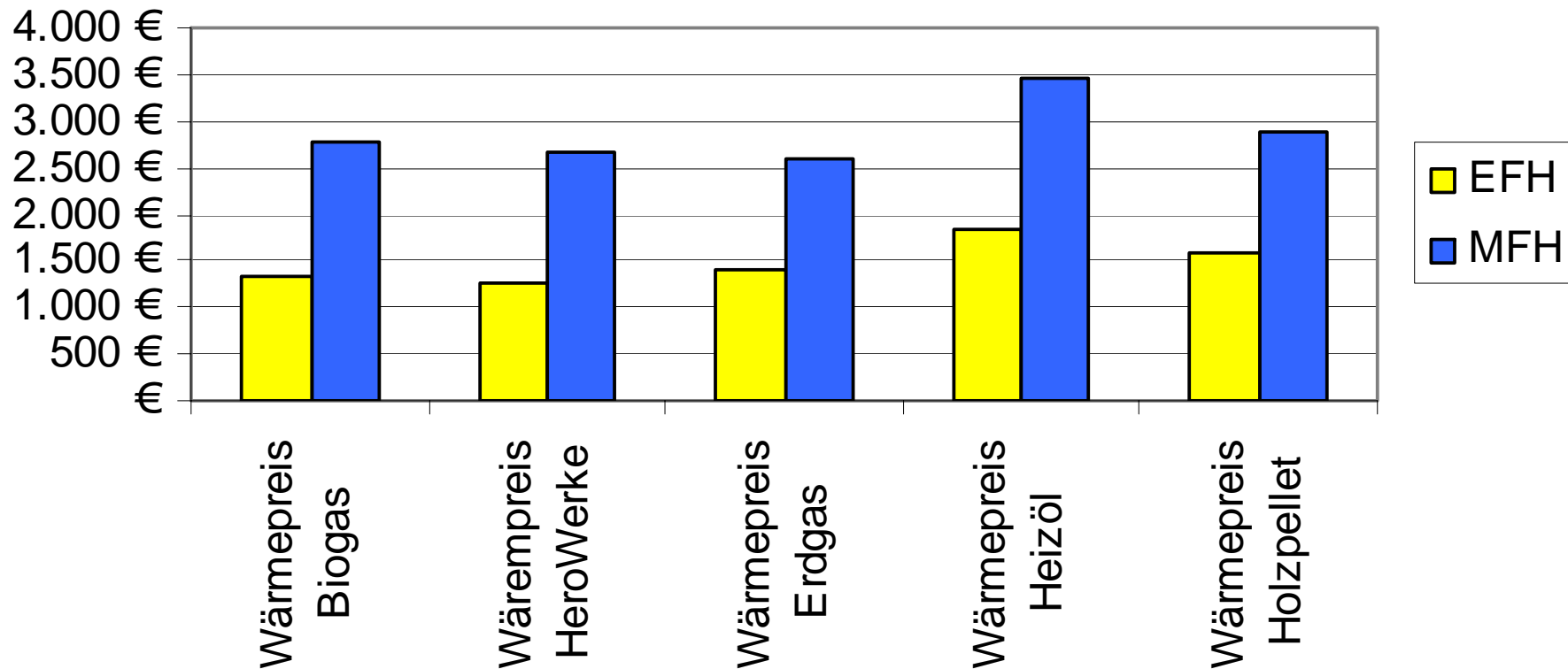
Bundesland	Heizöl EL	Gas	Gas Grundpreis	Gas	Vergleich	Holzpellets	Holzpellets	Vergleich
	incl. MwSt. für 1 ltr	incl. MwSt.	inkl. MWSt/kWh	inkl. MWSt/kWh incl. Grundpreisumlage für 1 ltr Öläquivalent	Basis Ölpreis = 100	inkl. MWSt/kWh incl. Grundpreisumlage für 1 kg 2 kg entsprechen 1 ltr Öl	inkl. MWSt/kWh incl. Grundpreisumlage für 1 ltr Öläquivalent	Basis Ölpreis = 100
Schleswig-Holstein	0,4307 €	0,0368€	159,00 €	0,4644 €	107,83%	0,2011 €	0,4022 €	93,38%
Hamburg	0,4401 €	0,0378€	144,21 €	0,4707 €	106,95%	0,2011 €	0,4022 €	91,39%
Mecklenburg-Vorpommern	0,4367 €	0,0410€	137,72 €	0,5043 €	115,48%	0,2011 €	0,4022 €	92,10%
Niedersachsen	0,4431 €	0,0375€	172,39 €	0,4767 €	107,59%	0,1934 €	0,3868 €	87,29%
Bremen	0,4424 €	0,0408€	114,96 €	0,4945 €	111,77%	0,2011 €	0,4022 €	90,91%
Brandenburg	0,4292 €	0,0425€	168,86 €	0,5314 €	123,82%	0,2011 €	0,4022 €	93,71%
Berlin	0,4408 €	0,0377€	167,04 €	0,4772 €	108,25%	0,2011 €	0,4022 €	91,24%
Sachsen-Anhalt	0,4366 €	0,0440€	162,13 €	0,5460 €	125,05%	0,1934 €	0,3868 €	88,69%
Nordrhein-Westfalen	0,4339 €	0,0389€	180,54 €	0,4951 €	114,10%	0,1934 €	0,3868 €	89,14%
Hessen	0,4369 €	0,0384€	176,11 €	0,4877 €	111,62%	0,1883 €	0,3766 €	86,20%
Thüringen	0,4426 €	0,0430€	165,51 €	0,5359 €	121,08%	0,1883 €	0,3766 €	85,09%
Sachsen	0,4421 €	0,0426€	214,26 €	0,5477 €	123,88%	0,1883 €	0,3766 €	85,18%
Rheinland-Pfalz	0,4349 €	0,0383€	214,76 €	0,4998 €	114,92%	0,1883 €	0,3766 €	86,69%
Saarland	0,4394 €	0,0410€	177,89 €	0,5177 €	117,81%	0,1883 €	0,3766 €	85,71%
Baden-Württemberg	0,4487 €	0,0417€	181,31 €	0,5266 €	117,37%	0,1832 €	0,3664 €	81,66%
Bayern	0,4409 €	0,0393€	187,06 €	0,5017 €	113,80%	0,1832 €	0,3664 €	83,10%
Deutschland gesamt	0,4390 €	0,0398€	177,68 €	0,5042 €	114,85%	0,1934 €	0,3868 €	88,12%
Maximum	0,4487 €	0,0440€	214,76 €	0,5477 €	125,05%	0,2011 €	0,4022 €	93,71%
Minimum	0,4292 €	0,0368€	114,96 €	0,4644 €	106,95%	0,1832 €	0,3664 €	81,66%

Entwicklung der Energiepreise 9/2000 bis 07/2004



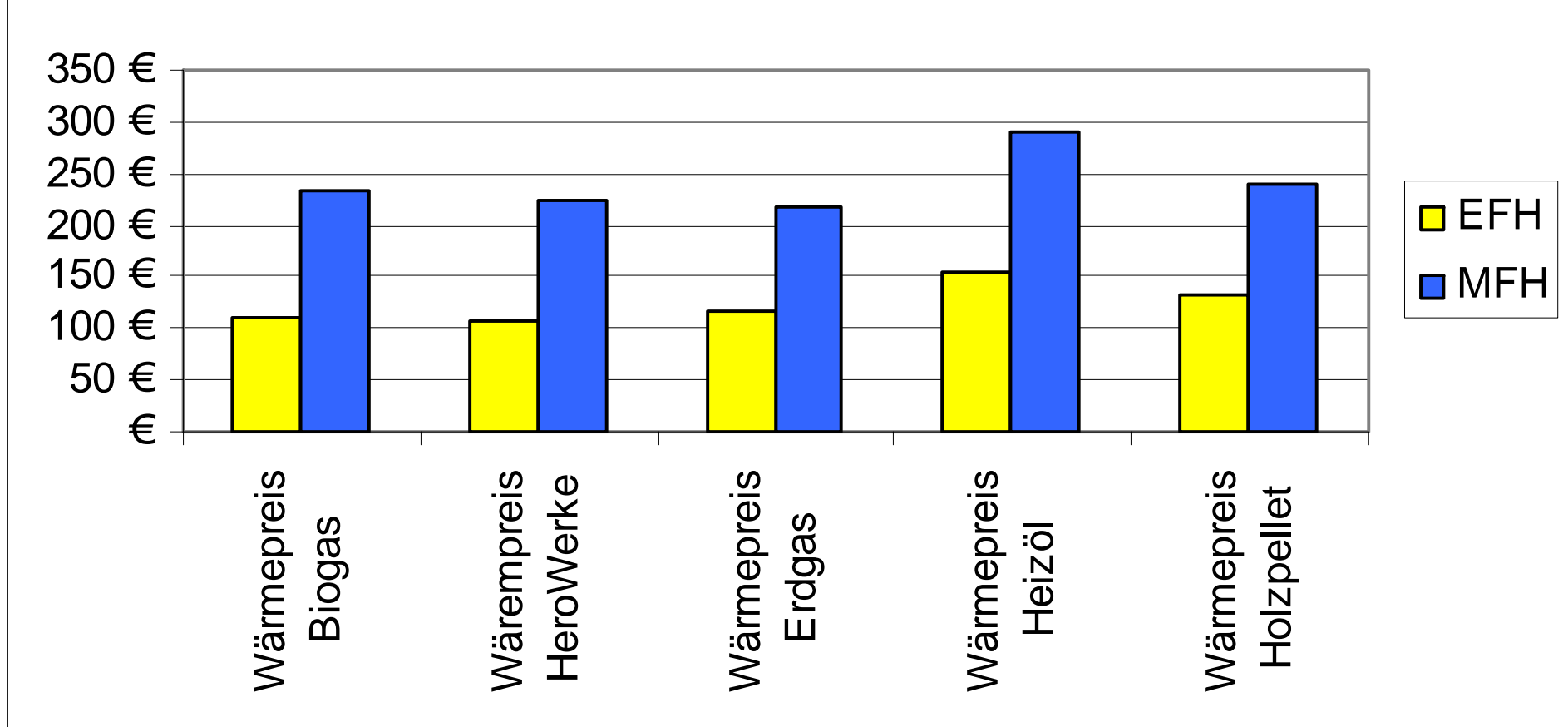
Geschätzte Heizkosten für die verschiedenen Energieträger

Heizkosten Stand 8/2004 (Jahreskosten)



Geschätzte Heizkosten für die verschiedenen Energieträger

Heizkosten Stand 8/2004 (Monatskosten)



Betriebswirtschaftliche Daten

Biogas Anlage: Datenquelle EBA Triesdorf			
Laufzeit BHKW	7972 h		
BHKW Größe	137 kW		
	Tag	Jahr	
Wärmemenge	2.877 kWh	955.495 kWh	
Nahwärmenetz			
Übergabestation / Messung BHKW	2.000 €/St	1	2.000 €
Übergabestation EFH	300 €/St	30	9.000 €
Übergabestation MFH	600 €/St	5	3.000 €
Doppelrohr incl. Verlegung	130 €/Meter	1000	130.000 €
Anschlusskosten EFH / MFH	1.000 €/Anschl	35	35.000 €
Spitzenlastkessel (Holz/Getreide)	120 €/kW	236 kW	28.367 €
Brennstoffbevorratung	20.000 €	1	20.000 €
zusätzliche Gebäudekosten	10.000 €	1	10.000 €
			237.367 €
Förderung Nahwärmenetz	30 €/Meter	1000	- 30.000 €
Förderung Spitzenlastkessel (Holz)	30 €/kW	236 kW	- 7.092 €
Baukostenzuschuss Anlieger	1.500 €/Anschl	35	- 52.500 €
			147.775 €
Betriebskosten Nahwärmenetz			
jährliche Zinsen	6,00 % p.a		8.867 €
Abschreibung Gebäude	5,00 % p.a		500 €
Abschreibung Technik	5,00 % p.a		11.368 €
Instandhaltung Nahwärmenetz	2,50 % p.a		3.694 €
Rücklagen Wartung / Reparatur	2,50 % p.a		3.694 €
Versicherungskosten	1,00 % p.a		1.478 €
Holzpellet	160,00 €/t	16 t/a	2.499 €
Wärmepreis BHKW (Zahlung an LW)	0,02 €/kWh	955.495 kWh	19.110 €
Heizkostenabrechnung	1.000 €		1.000 €
			52.210 €
Kostenvergleich			
Wärmepreis Biogas	0,051 €/kWh	1.031.546 kWh	52.210 €
Wärempreis HeroWerke	0,049 €/kWh	1.031.546 kWh	50.216 €
Wärmepreis Erdgas	0,036 €/kWh	1.031.546 kWh	37.548 €
Wärmepreis Heizöl	0,540 €/l	97.316 ltr	52.550 €
Wärmepreis Holzpellet	0,180 €/kg	210520 kg/a	37.894 €