Umwelt-Campus Birkenfeld

IfaS Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Forschungsbericht:

Entwicklung der Gemeinden Insheim und Rohrbach zu „Geowärmedörfern“

Im Auftrag von:

RheinlandPfalz

MINISTERIUM FÜR UMWELT, FORSTEN UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Birkenfeld, September 2009

Geschäftsführung:
Prof. Dr. Peter Heck

Projektleitung:
Dipl.-Betriebsw. (FH) Thomas Anton

Erstellt von:
Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Daniel Oßwald

In Zusammenarbeit mit:
Johannes Müller
Martin Speicher

Verantwortlich im Sinne des Pressegesetzes für den Inhalt sind die Autoren. Aus der Benutzung der Studie können gegenüber der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz keine Schadensersatzansprüche geltend gemacht werden. Die Forschungsanstalt ist bemüht, die Studien auf Wahrheit, Inhalte und Herkunft zu prüfen. Sie kann jedoch beispielsweise die Urdaten von Vor-Ort-Erhebungen, gegebenenfalls verwendete Algorithmen und Hintergrundinformationen nicht prüfen.

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis II
II. Tabellenverzeichnis III
III. Abbildungsverzeichnis V
1 Einleitung 6
2 Untersuchungsvarianten 7
3 Technisches Konzept 8
3.1 Wärmebedarf und Heizlast 8
3.2 Netzauslegung 9
3.3 Wärmeauskopplung und Versorgungssicherheit 15
3.4 Wärmeangebot und -nachfrage 18
4 Wirtschaftlichkeitsabschätzung 21
4.1 Varianten 1 und 5a (Neubaugebiet) 22
4.2 Varianten 2a, 2, 3, 4a und 4 24
5 Fazit 26
5.1 Ökonomische Bewertung 26
5.2 Ökologische Bewertung 28
IV. Quellenverzeichnis XXXI
6 Anhang 32

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Wärmebedarf und Heizlast 8
Tabelle 3-2: Energienutzung, Anteile 19
Tabelle 4-1: Wirtschaftlichkeitsabschätzung 21
Tabelle 6-1: Leistungsabschätzung des Geothermiekraftwerks 32
Tabelle 6-2: Berechnung des Wärmeanteils aus Erdgas 33
Tabelle 6-4: Investitionskosten Variante 1 (Versorgung Neubaugebiet Insheim)..... 45
Tabelle 6-5: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 1 (Versorgung Neubaugebiet Insheim)..... 46
Tabelle 6-6: Investitionskosten Variante 2a (Versorgung Neubaugebiet Insheim & Trassenanlieger) 48
Tabelle 6-7: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 2a (Versorgung Neubaugebiet Insheim & Trassenanlieger) 49
Tabelle 6-8: Investitionskosten Variante 2 (Versorgung Neubaugebiet Insheim & sanierungsbedürftige Straßen) 51
Tabelle 6-9: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 2 (Versorgung Neubaugebiet Insheim & sanierungsbedürftige Straßen) 52
Tabelle 6-10: Investitionskosten Variante 3 (Komplettversorgung Insheim)..... 54
Tabelle 6-11: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 3 (Komplettversorgung Insheim)..... 55
Tabelle 6-12: Investitionskosten Variante 4a (Teilversorgung Insheim und Rohrbach) 57
Tabelle 6-13: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 4a (Teilversorgung Insheim und Rohrbach) 58
Tabelle 6-14: Investitionskosten Variante 4 (Komplettversorgung Insheim und Rohrbach)..... 60
Tabelle 6-15: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 4 (Komplettversorgung Insheim und Rohrbach) 61
Tabelle 6-16: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 5a (Einzelversorgung Gas und ST im Neubau)..... 63

Tabelle 6-17: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 5b (Einzelversorgung Gas mit bestehender Heizungsanlage) 64

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Rohrleitung Variante 1 und 2a 10
Abbildung 3-2: Rohrleitung Variante 2 11
Abbildung 3-3: Rohrleitung Variante 3 12
Abbildung 3-4: Rohrleitung Variante 4a 13
Abbildung 3-5: Rohrleitung Variante 4 14
Abbildung 3-6: Schema des Geothermiekraftwerks 15
Abbildung 3-7: Wärmüberschuss, Variante 3 19
Abbildung 3-8: Wärmüberschuss, Variante 4 20
Abbildung 4-1: Vergleich Variante 1 und 5a 23
Abbildung 5-1: Vergleich der Wärmeerzeugungskosten 26
Abbildung 5-2: Vergleich der Energieeffizienz 28
Abbildung 5-3: Vergleich der CO_2-Bilanzen 29
Abbildung 6-1: Verschaltung der Wärmetauscher zu Auskopplung 35
Abbildung 6-2: Angebot Wärmetauscherstation der Fa. MB Brassen 44

1 Einleitung

In der südpfälzischen Gemeinde Insheim wird derzeit ein Geothermiekraftwerk errichtet, welches ab 2010 Strom in das öffentliche Netz einspeisen soll. Eigentümer der Anlage ist eine Beteiligungsgesellschaft der Pfalzwerke AG.

Bei der Stromerzeugung aus dem Thermalwasser über ORC-Anlagen entstehen große Mengen an Abwärme. Diese soll nach Wunsch des Ortsbürgermeisters von Insheim und der Verbandsgemeindeverwaltung Herxheim zur Versorgung eines Nahwärmenetzes dienen.

Die Wärmeversorgung von Insheim wird derzeit hauptsächlich mit Erdgas und Heizöl gedeckt.

In Insheim ist ein Neubaugebiet geplant, welches ab 2010 mit 55 Wohneinheiten bebaut werden kann. Zudem stehen in den nächsten zwei Jahren einige Straßensanierungen an. In diesem Zusammenhang soll das IfaS prüfen, inwieweit eine Nahwärmeversorgung des Neubaugebietes und weiterer Straßenzüge oder die Versorgung der gesamten Ortsgemeinde mit der Abwärme des Geothermiekraftwerks technisch und wirtschaftlich machbar ist.

In der nahegelegenen Ortsgemeinde Rohrbach ist ebenfalls ein Neubaugebiet mit 67 Bauplätzen geplant. Daher soll die Untersuchung eines Wärmenutzungskonzeptes auch auf diese Gemeinde ausgedehnt werden.

2 Untersuchungsvarianten

Die Machbarkeit einer Nahwärmeversorgung durch die Abwärme eines Geothermiekraftwerks in Insheim wird in vier unterschiedlich großen Netzvarianten untersucht:

Variante 1:	Versorgung des Neubaugebietes (NBG) in Insheim
Variante 2a:	Versorgung des NBG zzgl. der entlang der Trasse befindlichen zu sanierenden Straßenzüge
Variante 2:	Versorgung des NBG zzgl. aller zu sanierenden Straßenzüge
Variante 3:	Komplettversorgung der Gemeinde Insheim
Variante 4a:	Teilversorgung von Insheim (Variante 2) und Rohrbach
Variante 4:	Komplettversorgung von Insheim und Rohrbach
Referenzvariante 5a:	Einzelversorgung Gas & Solarthermie im Neubaugebiet
Referenzvariante 5b:	Einzelversorgung Gas im Bestandsgebäude (ohne Investitionskosten)

Während der Bearbeitung hat sich gezeigt, dass die verfügbare Wärmeleistung aus der Geothermie voraussichtlich für Variante 4 nicht ausreichend ist. Daher wurde als zusätzliche Abstufung Variante 4a, eine Teilversorgung von Insheim (Variante 2) und Rohrbach (inkl. Neubaugebiet), untersucht. Des Weiteren wird Variante Nr. 2a untersucht, welche eine Versorgung des Neubaugebietes und der Gebäude entlang der Trasse beinhaltet.

3 Technisches Konzept

Das technische Konzept beinhaltet die Berechnung des Wärmebedarfes, die Auslegung der Heizlast, die Rohrnetzauslegung und ein Konzept zur Wärmebereitstellung durch das Geothermiekraftwerk.

3.1 Wärmebedarf und Heizlast

Der Wärmebedarf des Neubaugebietes wurde anhand typischer Wärmebedarfe unter Berücksichtigung der EnEV 2007 sowie anhand einer geschätzten Gebäudenutzfläche A_n von 150 m² ermittelt. Für die öffentlichen Gebäude wurde der Wärmebedarf über vorliegende Energieabrechnungen errechnet. Die übrigen Wohngebäude von Insheim wurden anhand der Gebäudetypologie und der Grundfläche bewertet.

Für die Gemeinde Rohrbach wurden wegen der ähnlichen Gebäudetypologie Hochrechnungen der Daten aus Insheim vorgenommen.

Die Ergebnisse der Wärmebedarfsermittlung und der Heizlastberechnung zeigt Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Wärmebedarf und Heizlast

Variante	Gebäude-zahl	Netzlänge [m]	Wärmebedarf [kWh/a]	Heizlast [kW]
1	55	2.508	1.011.276	479
2a	140	3.669	3.581.810	1.697
2	188	4.826	4.819.431	2.156
3	791	18.909	23.384.815	9.846
4a	487	13.926	13.643.260	5.745
4	1.375	34.124	41.092.801	17.302
5a (Referenz)	1 Neubau	0	13.101	7
5b (Referenz)	1 Bestand	0	24.211	13

Die Netzlänge beinhaltet jeweils das gesamte einfache Rohrnetz inkl. Hausanschlussleitung. Der Wärmebedarf versteht sich unter Berücksichtigung von Netz- und Hausübergabeverlusten. Die erforderliche Heizlast beinhaltet einen Gleichzeitigkeitsfaktor von je nach Variante zwischen 0,9 und 0,8.

Ein Ergebnis der Wärmebedarfsermittlung ist, dass die überschüssige Wärmeleistung aus dem Geothermiekraftwerk nach derzeitigen Prognosen nicht ausreicht, um die beiden Gemeinden Insheim und Rohrbach gleichzeitig zu versorgen (Variante 4). Daher muss in dieser Variante ein Teil der winterlichen Spitzenleistung mittels Gasbren-

ner abgedeckt werden. Die nutzbare Abwärmeleistung des Geothermiekraftwerks beträgt voraussichtlich etwa 10,2 MW[1]. Damit wäre für Variante 3 gerade die verfügbare Wärmeleistung genutzt.

Die Varianten 5a und 5b dienen dem Vergleich der Ergebnisse mit herkömmlichen dezentralen Heizungssystemen. Dabei berücksichtigt 5a eine neue solar unterstützte Gasheizung, wie sie in einem Neubaugebiet eingesetzt werden könnte. Diese Variante dient als Systemvergleich für einen Neubau oder ein energetisch saniertes Einfamilienhaus. Variante 5b beinhaltet nur die Verbrauchs- und Betriebskosten eines Gaskessels und dient als Vergleich der Nahwärmevarianten mit einem Bestandsgebäude ohne Sanierungsbedarf des Heizungssystems.

3.2 Netzauslegung

Die Untersuchungsvarianten unterscheiden sich in erster Linie durch Größe und Verlauf des Rohrnetzes. Die unterschiedlichen Netzlängen in Kilometer sind in Tabelle 3-1 nachzulesen. Im Folgenden werden die verschiedenen Netzverläufe der Varianten dargestellt.

[1] Siehe Anhang, Tabelle 6-1.

Abbildung 3-1: Rohrleitung Variante 1 und 2a

Abbildung 3-1 zeigt den Netzverlauf für die Varianten 1 und 2a. Die Wärmeauskopplung am Geothermiekraftwerk ist in rot abgebildet. Von dort aus verlaufen die Heißwasserrohre entlang der Straßen, welche ohnehin erneuert werden, hin zum geplanten Neubaugebiet „Ober den Baumäckern", welches in grün dargestellt ist. Im Falle der Variante 1 wird nur das Neubaugebiet mit Wärme versorgt, nach Variante 2a zusätzlich die anliegenden Gebäude entlang der blauen Rohrleitung.

Abbildung 3-2: Rohrleitung Variante 2

Den Verlauf der Rohrleitung für Variante 2 zeigt Abbildung 3-2. Neben den Gebäuden nach Variante 2a werden auch die Objekte versorgt, welche sich in weiteren, demnächst zu sanierenden Straßen befinden. Dies sind im Einzelnen eine Abzweigung des Sandweges, die Martin-Luther-Straße, die Ringstraße und ein Teil der Bodelschwinghstraße.

Abbildung 3-3: Rohrleitung Variante 3

Abbildung 3-3 zeigt Variante 3. Hier wird angenommen, dass die gesamte Gemeinde Insheim einschließlich Neubaugebiet im Sinne eines „Geowärmedorfes" vollständig durch Tiefengeothermie versorgt wird. Dies ist auch die Variante mit der besten Auslastung der verfügbaren Wärmeleistung, da etwa 9,8 von 10,2 MW geothermischer Leistung genutzt werden

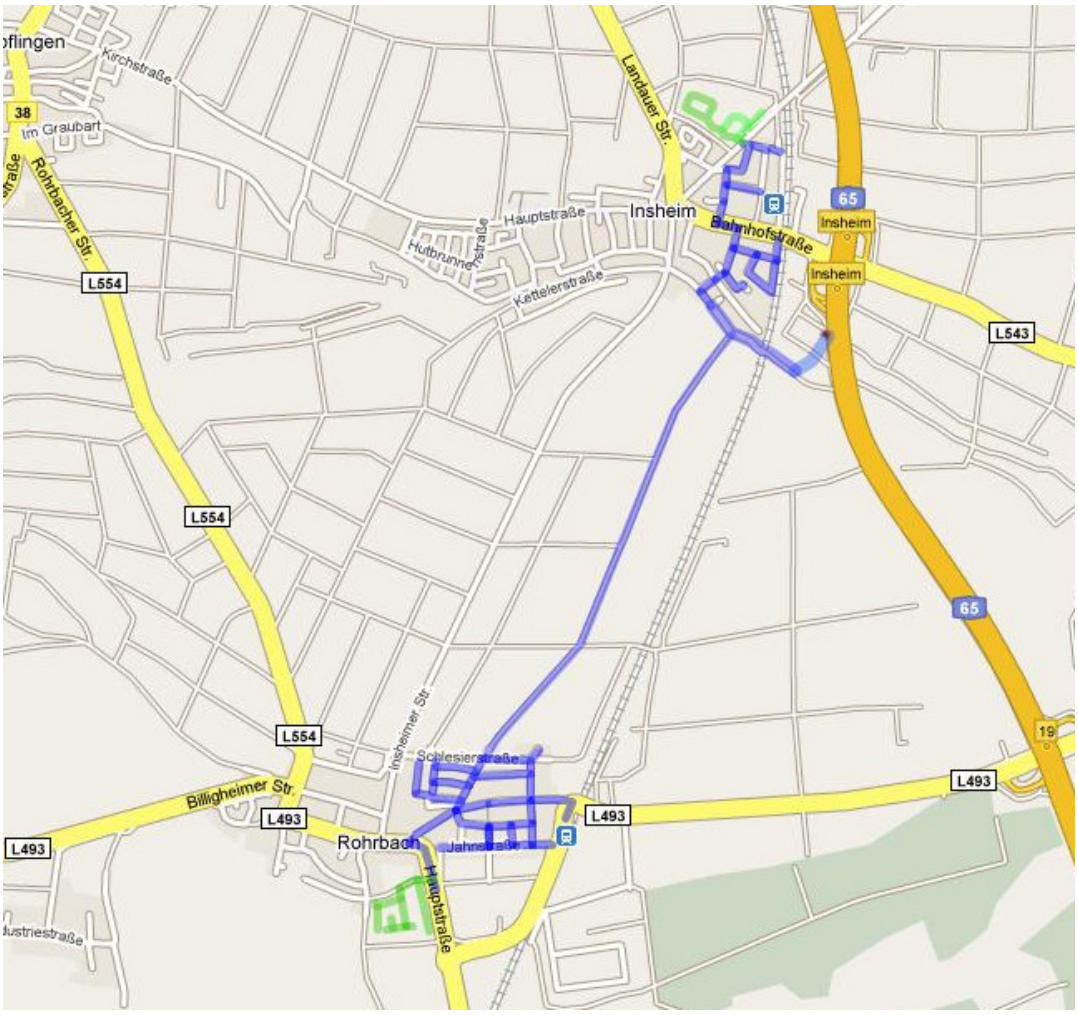


Abbildung 3-4: Rohrleitung Variante 4a

Abbildung 3-4 zeigt eine Teilversorgung der beiden Gemeinden Insheim und Rohrbach. In Insheim werden die Gebäude nach Variante 2 versorgt. Zusätzlich verläuft eine Rohrleitung ca. 1,9 km entlang eines Fahrweges zur Gemeinde Rohrbach. Dort werden der östliche Ortsteil (blaues Netz) sowie das geplante Neubaugebiet „Aßgärten / Auf der Höchst" (grünes Netz) mit Wärme versorgt.

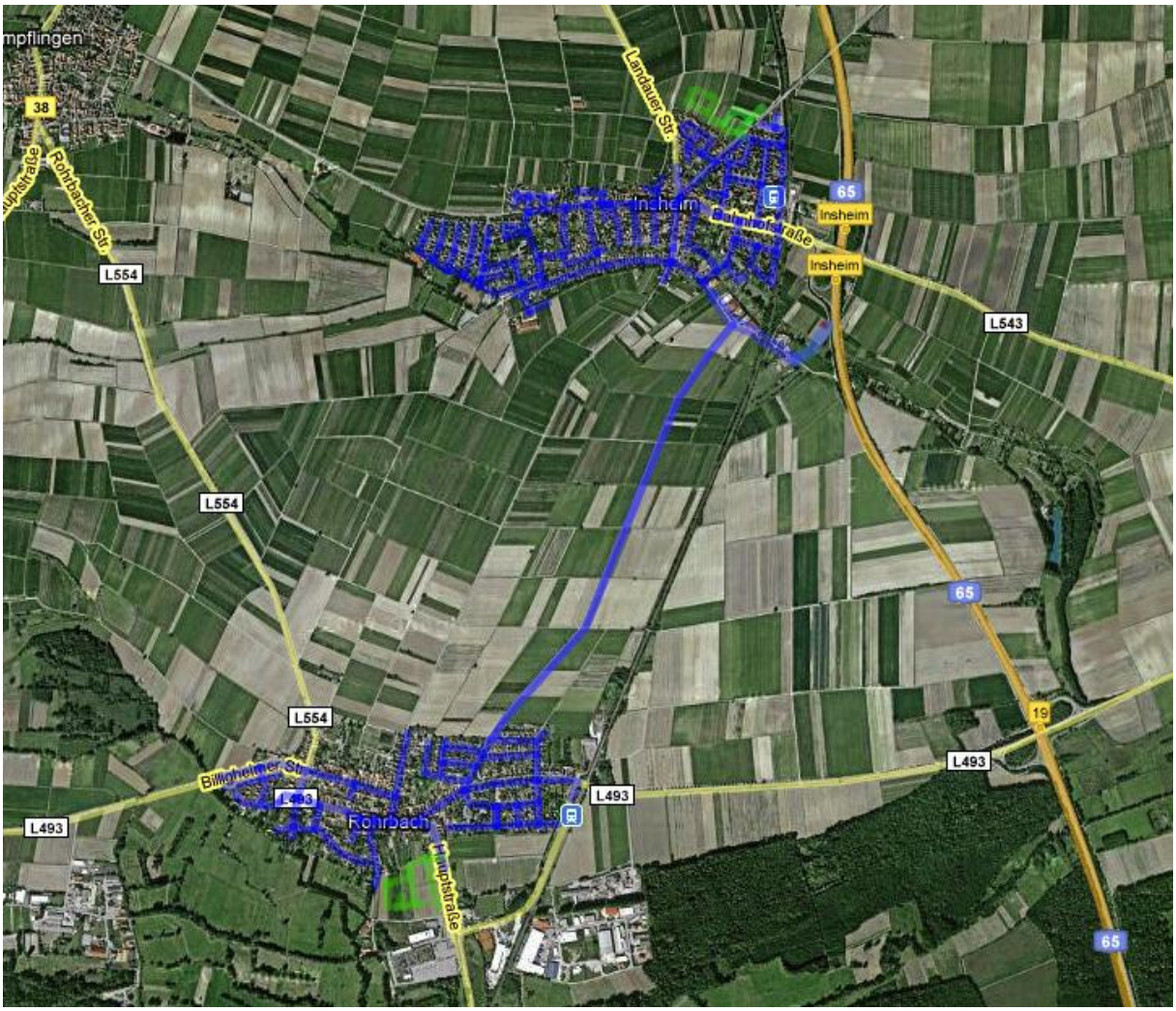


Abbildung 3-5: Rohrleitung Variante 4

Das größte Wärmenetz ist in Abbildung 3-5 dargestellt. Hier werden die Gemeinde Insheim (mit Neubaugebiet) und die Gemeinde Rohrbach (mit Neubaugebiet, ohne Gewerbegebiet) über ein Nahwärmenetz mit Geothermie versorgt.

3.3 Wärmeauskopplung und Versorgungssicherheit

Das Konzept der Wärmeauskopplung ist für den Standort Insheim prinzipiell noch offen. Allerdings ist nach Gesprächen mit der Bauleitung ein ähnliches Vorgehen wie beim Geothermiekraftwerk in Landau wahrscheinlich. Demnach wird das Kraftwerk primär hinsichtlich Stromproduktion optimiert.

Abbildung 3-6 zeigt das geplante Kraftwerksschema, wie es in Landau bereits realisiert ist.

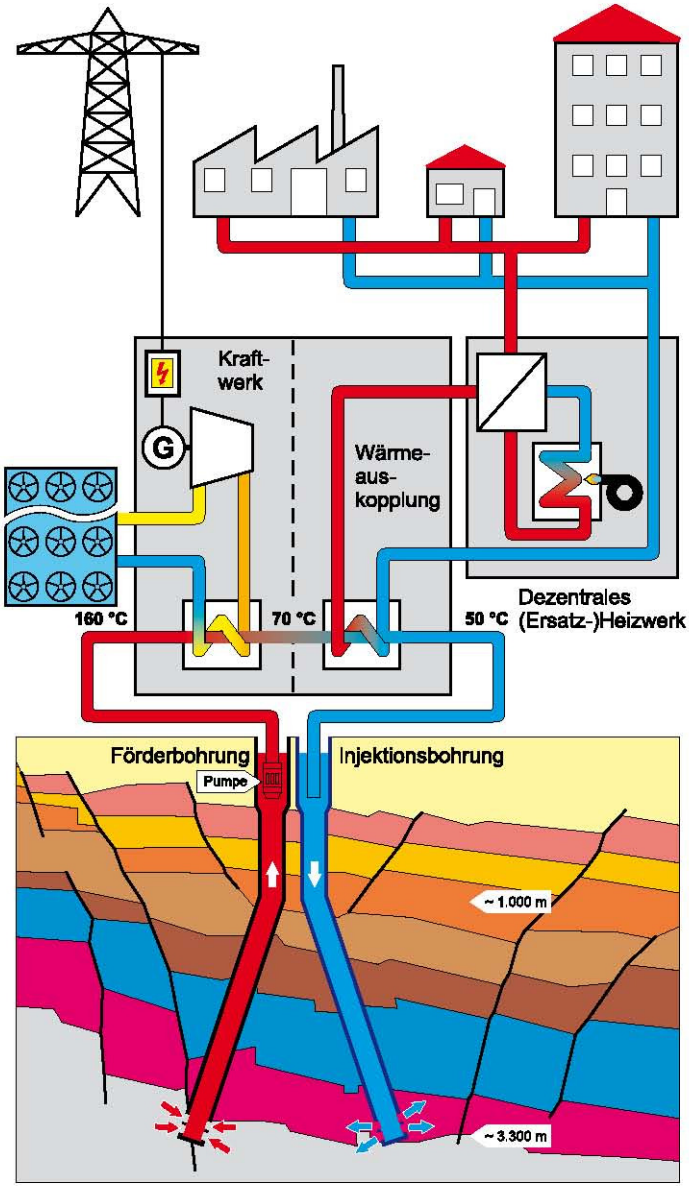


Abbildung 3-6: Schema des Geothermiekraftwerks

Die Abbildung zeigt, dass die Wärmeauskopplung erst nach dem ORC-Prozess zur Stromerzeugung und vor der Reinjektion des Thermalwassers erfolgt. Der ORC-Prozess wird aktiv gekühlt, um einen möglichst hohen elektrischen Wirkungsgrad zu erzielen. Durch den ORC-Prozess wird dem Thermalwasser Wärme entzogen, sodass nach Aussagen von Dr. Baumgärtner (Bestec GmbH) ein Temperaturniveau von voraussichtlich 75° - 80° C zur Wärmenutzung verbleibt.

Daraus resultiert das Problem, dass das Temperaturniveau an kalten Wintertagen eventuell nicht ausreichend ist, um das Nahwärmenetz mit genügend Wärmeenergie zu versorgen. Zur Lösung dieses Problems bieten sich zwei grundsätzliche Ansätze: Entweder nutzt man einen Teil des Thermalwasserzulaufs zur Anhebung des Temperaturniveaus, indem man den ORC-Prozess umgeht und direkt zur Wärmenutzung verwendet. Eine andere Möglichkeit, wie in der Abbildung zu sehen, ist die Anhebung des Temperaturniveaus im Nahwärmenetz durch einen zusätzlichen Wärmeerzeuger.

Aus rein energetischer Sicht wäre die erste Variante vorzuziehen, da das Netz ausschließlich aus regenerativer geothermischer Energie gespeist werden könnte und nur an besonders kalten Tagen der elektrische Wirkungsgrad geringfügig gemindert würde.

Praktisch gesehen hat der Betreiber des Kraftwerks sein Hauptaugenmerk auf die Stromproduktion, welche ihm konstante Einnahmen durch die EEG-Vergütung garantiert. Daher wird das Betreiberkonzept eine Maximierung der Stromproduktion vorsehen, woraus eine wahrscheinliche Realisierung der zweiten Variante resultiert. Die Nutzung eines zusätzlichen Wärmeerzeugers ist auch deshalb sinnvoll, da ohnehin eine Redundanz vorgehalten werden muss, um Ausfälle der geothermischen Wärmeproduktion zu kompensieren.

Eine Temperaturanhebung mittels Wärmepumpen wäre ebenfalls eine Möglichkeit. Allerdings wären sie mit erheblichen Investitionskosten verbunden und hätten nur eine geringe jährliche Betriebsstundenzahl. Zudem würde Strom benötigt, wodurch sich energetisch gesehen keine nennenswerten Vorteile zu einer direkten Nutzung der Geothermie aus dem Zulauf ergeben.

Aus den genannten Gründen wird es daher als die praktikable Möglichkeit angesehen die benötigte Wärmeleistung des Netzes (je nach Ausbaustufe) mit Erdgaskesseln vorzuhalten, um die Betriebssicherheit gewährleisten zu können. Es wurde eine Erd-

gasmenge in den Jahreskosten berücksichtigt, welche es erlaubt zehn Tage im Jahr den Wärmebedarf bei Volllast zu überbrücken.

Kurze Ausfälle des Geothermiekraftwerks können auch dadurch überbrückt werden, dass ein Pufferspeicher am Kraftwerk installiert wird und zudem dezentrale kleine Pufferspeicher mit Trinkwasserstation bei den Wärmeabnehmern vorgesehen sind. Zudem wirkt das Volumen des Rohrleitungsnetzes als Wärmepuffer.

Die Erdgaskessel heizen nach, falls das Temperaturniveau unter den Bedarf des Netzes absinkt. Es wird angenommen, dass an den Tagen im Jahr zugeheizt werden muss, an denen die Außentemperatur auf höchstens 0° C absinkt. Dies entspräche etwa 40 Tagen im Jahr. Die Temperaturspreizung, welche mit Gasheizung überbrückt werden muss, wird mit 10° C angesetzt. Berücksichtigt man zudem den Massenstrom und die spezifische Wärmekapazität des Heizwassers lässt sich der voraussichtliche jährliche Wärmebedarf abschätzen, welcher aus Erdgas gedeckt wird. Die Formel zur Berechnung der Wärmeleistung lautet:

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T$$

Dabei ist $\dot{Q}$ die gesuchte Wärmeleistung in kW (kJ/s), $\dot{m}$ der Massenstrom in kg/s, c_p die spezifische Wärmekapazität von Wasser in kJ/kg*K und ΔT die Temperaturdifferenz in Kelvin (K).

In diese Formel lassen sich die Wärmekapazität des Heizwassers, die Temperaturdifferenz von 10 K und je nach Variante der Massenstrom des Heizwassers einsetzen. Ergebnis ist die Leistung, welche der Gaskessel je nach Variante benötigt, um die Temperatur um 10° C zu anzuheben. Diese wird mit den Stunden multipliziert (40 Tage), an denen voraussichtlich eine Temperaturanhebung erforderlich ist. Damit hat man die benötigte Energiemenge in kWh pro Jahr und kann sie anhand des Erdgaspreises in die Jahreskosten integrieren.[2]

Je nachdem welchem Standard die vorhandenen Heizungssysteme der Wärmeabnehmer entsprechen, ist die Temperaturabsenkung jedoch nicht zwingend erforderlich. Handelt es sich um sanierte Heizungssysteme, welche den Anforderungen nach Wärmeschutzverordnung bzw. Energieeinsparverordnung entsprechen beträgt Vor-

[2] Siehe Anhang Tabelle 6-2.

lauftemperatur etwa 55° C. Aber auch bei alten Heizungssystemen sind die Heizflächen i. d. R. überdimensioniert und die Vorlauftemperatur deutlich zu hoch eingestellt, sodass sie nach dem Einbau einer Hausübergabestation abgesenkt werden kann.

Daher wäre im Rahmen der technischen Planung genau zu untersuchen, welche Vorlauftemperaturen bei den Abnehmern erforderlich sind. Stellt sich heraus, dass alte Heizungssysteme mit notwendigen Vorlauftemperaturen über 70° C vorhanden sind, wäre es je nach Anzahl wirtschaftlich sinnvoller von Seiten des Netzbetreibers einen Investitionszuschuss zur Heizungssanierung anzubieten, um dadurch langfristig hohe Jahreskosten für die Temperaturanhebung mit Erdgas zu vermeiden. Abgesehen von den energetischen und ökologischen Vorteilen, die eine ausschließliche Wärmeversorgung aus dem Geothermiekraftwerk bietet.

Sollte dennoch ausnahmsweise ein höheres Temperaturniveau erforderlich sein, kann der Erdgaskessel zuheizen, der ohnehin als Redundanz für Ausfälle vorgehalten werden muss.

3.4 Wärmeangebot und -nachfrage

Ziel der Untersuchung ist unter anderem eine möglichst große Menge der Geothermie einer sinnvollen Nutzung zuzuführen. Daher wird untersucht, mit welcher Variante die meiste Geowärme genutzt werden kann. Außerdem müssen die jahreszeitlichen Schwankungen berücksichtigt werden, um evtl. zusätzliche Wärmenutzungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen.

Die verfügbare Leistung des Geothermiekraftwerks wurde mit 10,2 MW berechnet. Geht man von einem Volllastbetrieb aus, sollten 7.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr erreicht werden. Damit ergibt sich eine über das Jahr relativ gleichmäßig verfügbare Wärmemenge von 76.543 MWh.[3]

Demgegenüber steht ein Leistungs- und Wärmebedarf des Nahwärmenetzes, welcher je nach Variante unterschiedlich hoch ausfällt. Energetisch optimal ist eine vollständige Nutzung der verfügbaren Wärmemenge. Dies lässt sich mit einer Wärmenutzung

[3] Siehe Anhang, Tabelle 6-1.

zur Raumheizung und Warmwasserbereitung jedoch nicht realisieren, da im Sommer nur ein Bruchteil an Wärmeenergie benötigt wird.

Die prozentuale Deckung der verfügbaren Leistung und Wärmeenergie ist in Tabelle 3-1 in dargestellt.

Tabelle 3-2: Energienutzung, Anteile

Variante	proz. Wärmemenge	proz. Leistung
1	1%	5%
2a	5%	17%
2	6%	21%
3	31%	96%
4a	18%	56%
4	54%	170%

Die Zahlen zeigen, dass die verfügbare Leistung schneller aufgebraucht ist als die über das Jahr anfallende Wärmeenergie. Dies liegt daran, dass sich die notwendige Leistung auf einen kalten Wintertag bezieht und die Wärme die Jahressumme. Variante 3 hat auf die Leistung bezogen eine sehr gute Ausnutzung, da im Winter 96% der geothermischen Leistung notwendig sind. Dennoch wird über das Jahr betrachtet lediglich rund 30% der Wärmeenergie genutzt.

Abbildung 3-7 zeigt die genutzte und die überschüssige Wärme nach Monaten.

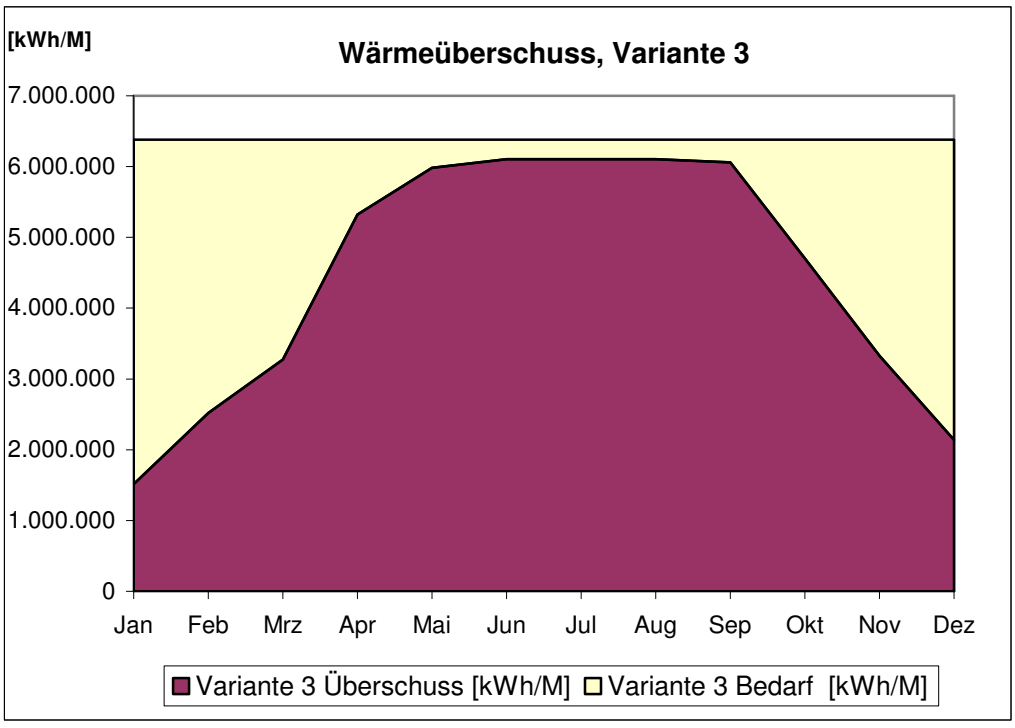


Abbildung 3-7: Wärmüberschuss, Variante 3

Man kann erkennen, dass der Wärmebedarf (gelb) in den Sommermonaten nur noch sehr gering (Warmwasserbereitung) ausfällt. Dementsprechend verläuft der Wärmeüberschuss gegenläufig.

Für Variante 4 werden 170% der verfügbaren Leistung benötigt, aber 54% der jährlichen Wärmeenergie. Daher muss, um einen möglichst hohen Wärmeabsatz aus Geothermie zu erreichen, ein zusätzlicher Wärmeerzeuger die winterliche Spitzenlast abdecken. Den verbleibenden Überschuss zeigt Abbildung 3-8.

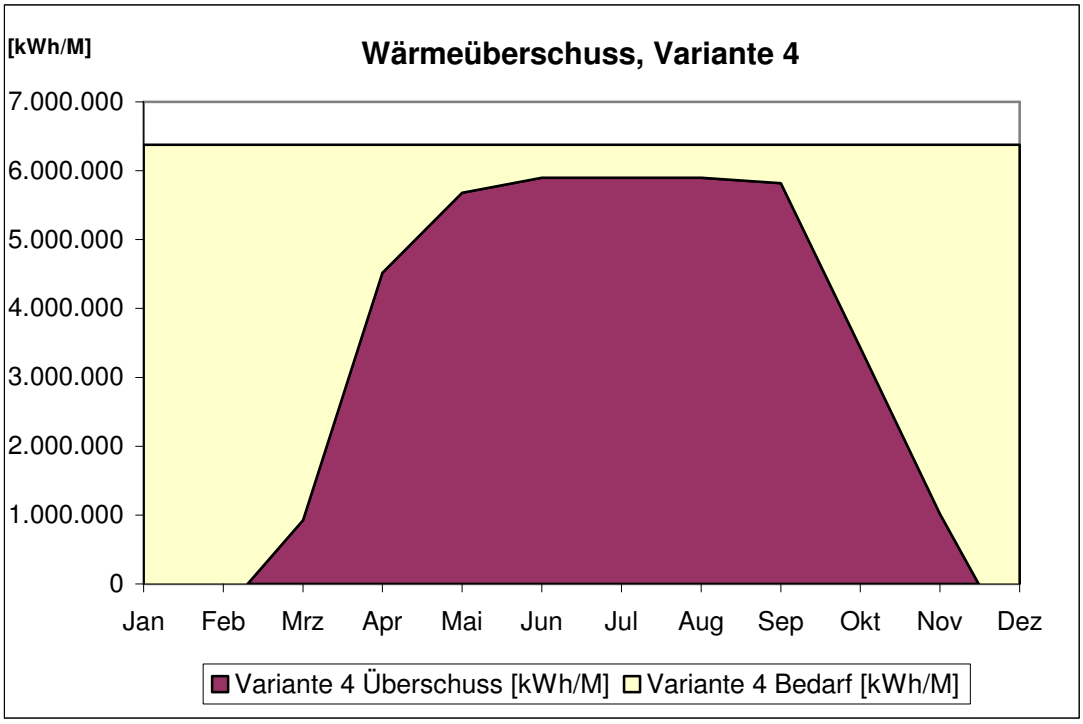


Abbildung 3-8: Wärmüberschuss, Variante 4

In den Monaten Dezember bis Februar wird die gesamte produzierte Wärmeenergie aufgebraucht. Die Differenz zum Bedarf müssen in diesem Zeitraum Erdgaskessel erzeugen. Die Grafik macht deutlich, dass ein vollkommener Wärmeabsatz über Nachwärme praktisch nicht erreichbar ist, da in einem Sommermonat nur etwa 1% der Jahresmenge verbraucht wird.

Für die Nutzung des sommerlichen Wärmeüberschusses sollte daher eine zusätzliche Möglichkeit, wie z. B. eine Trocknung gefunden werden.

4 Wirtschaftlichkeitsabschätzung

Die Wirtschaftlichkeitsabschätzung beruht auf Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten für die Wärmeauskopplung und -verteilung sowie in den Varianten 2, 3, 4a und 4 auf den Erlösen durch Wärmenutzungsbonus nach EEG. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4-1 zusammengefasst.

Tabelle 4-1: Wirtschaftlichkeitsabschätzung[4]

Variante	Investitions-kosten [€]	Jahreskosten (netto) [€/a]	Nutzwärme [kWh/a]	WEK (brutto) [ct/kWh]
1: NBG	1.023.781	110.102	720.534	18
2a: & Anlieger	1.660.789	239.719	2.824.257	10
2: & sanierte Straßen	2.217.429	244.544	3.800.121	8
3: Insheim	7.282.414	865.957	18.661.083	6
4a: 2 & Teil Rohrbach	6.408.207	648.043	10.506.232	7
4: Insheim & Rohrbach	15.825.634	2.013.987	32.455.604	7
5a: Gas & ST	17.196	2.436	13.101	19

Die Tabelle zeigt, dass die Variante Geowärmedorf Insheim die günstigsten Wärmeerzeugungskosten (WEK) verspricht. Die ausschließliche Variante zur Versorgung des Neubaugebietes in Insheim ist mit Abstand am teuersten, die anderen bewegen sich zwischen 7 und 10 ct/kWh.

Die Investitionskosten sind für die Nahwärmevarianten im Wesentlichen Kosten für die Wärmeauskopplung (Wärmetauscherstation), Erdgaskessel als Redundanz, Gebäude, das Nahwärmenetz und die Hausübergabestationen.

Als Verbrauchskosten sind neben Stromkosten auch Kosten für Erdgas berücksichtigt, welches notwendig ist, um das Geothermiekraftwerk zehn Tage pro Jahr bei Volllast zu ersetzen bzw. die Temperatur im Netz an 40 Tagen im Jahr auf 80° C anzuheben. In Variante muss auch die Spitzenlast mit Erdgas abgefahren werden, was ebenfalls monetär berücksichtigt ist.

Es ist vorgesehen, die Wärmetauscher für die Wärmeauskopplung modular mit steigender Anschlussanzahl aufzubauen, sodass bei Variante 2a bereits die Regelung für die Variante 3 enthalten ist. Es ist angedacht die Wärmetauscherleistung in vier Schritten von je 2,5 MW ausbauen zu können. Dies spart Kosten, da im Falle eines

[4] Eine Auflistung aller Kosten und Erlöse der Varianten befindet sich als Tabellenwerk im Anhang.

Netzausbaus keine neue Struktur geschaffen werden muss, sondern nur ein Modul hinzugefügt wird.[5]

Bei den Nahwärmevarianten ist ein unternehmerischer Gewinn von 10% der Jahreskosten einkalkuliert.

Die Wärme hingegen wird als kostenlos betrachtet. Je nach Betreibermodell muss für die Wärme aus der Geothermie bezahlt werden. Der Wärmenutzungsbonus fließt als Erlös in den dargestellten Wärmepreis ein, da hier nur die prinzipielle Wirtschaftlichkeit untersucht wird. Wie sich in der Praxis die Kosten und Erlöse verteilen muss dann konkret verhandelt werden.

In allen Varianten sind, sofern die Vorraussetzungen erfüllt sind, Fördermöglichkeiten aus dem Marktanreizprogramm (KfW-Förderung) sowie Boni und Zuschüsse nach dem EEG und dem KWKG enthalten.

4.1 Varianten 1 und 5a (Neubaugebiet)

Die Ergebnisse zeigen, dass Variante 1 – der ausschließliche Anschluss des Neubaugebietes – den mit Abstand höchsten Wärmepreis der Nahwärmevarianten aufweist. Dies liegt an den hohen Investitionskosten für die Rohrleitung im Zusammenhang mit der relativ großen Entfernung zum Geothermiekraftwerk sowie der erwähnten überdimensionierten Wärmeauskopplung.

Andererseits ist auch festzustellen, dass man bei Berechnungen des Wärmepreises im Neubaubereich für eine Einzelversorgung im ähnlich hohen Bereich liegt. Ursache dafür ist der relativ geringe Wärmebedarf, wodurch die Investitionskosten für die Heizungsanlage mehr ins Gewicht fallen und damit höhere Wärmeerzeugungskosten generieren. Der angenommene jährliche Wärmebedarf für ein Haus im Neubaugebiet „Ober den Baumäckern" beträgt 13.000 kWh. Als Vergleich zu Variante 1 dient eine neue solarthermisch unterstützte Erdgasheizung.[6] Die jährlichen Heizgesamtkosten und den Wärmepreis im Variantenvergleich zeigt Abbildung 4-1.

[5] Ein Angebot mit den Investitionskosten für die Wärmetauscherstation befindet sich im Anhang

[6] Nach dem EEWärmeG besteht für Neubauten eine Nutzungspflicht erneuerbarer Energien.

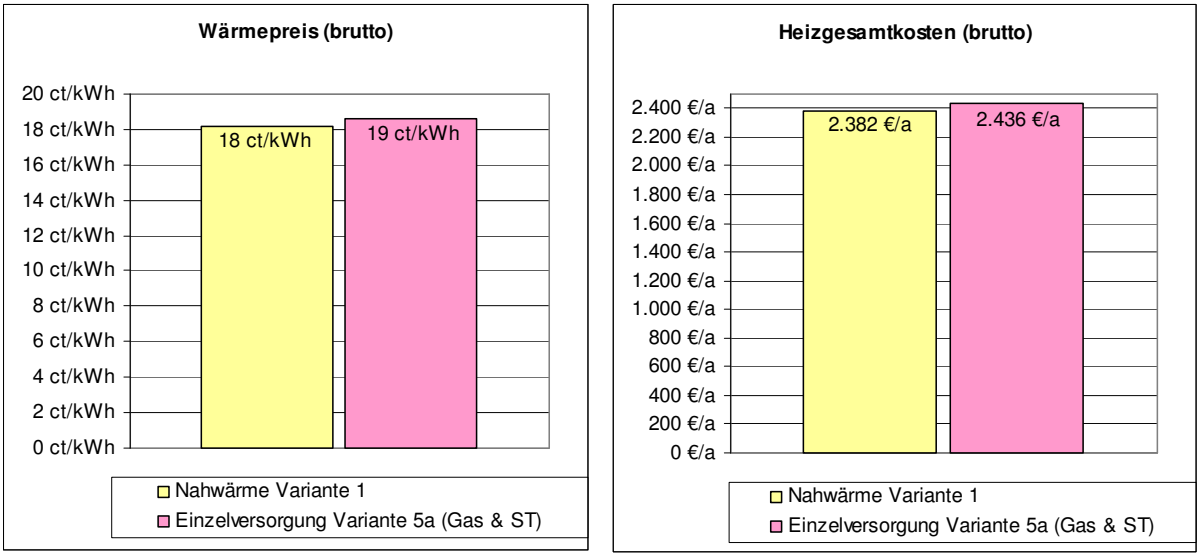


Abbildung 4-1: Vergleich Variante 1 und 5a

Der Vergleich zeigt, dass im Neubaubereich ein Nahwärmepreis günstiger sein kann als eine dezentrale Wärmeversorgung mit Gastherme und solarer Heizungsunterstützung. Die absoluten Heizgesamtkosten sind im Neubau durch den geringeren Wärmebedarf dennoch günstiger als im Gebäudebestand.

Für die ausschließliche Versorgung des Neubaugebietes aus Geothermie wurde eine Temperaturanhebung mittels Gaskessel nicht berücksichtigt, da für den Neubaubereich mit großen Heizflächen auch ein Temperaturniveau von 70° C bei Weitem ausreichend ist. Dementsprechend ist nur ein jährlicher Gasverbrauch angesetzt, welcher an 10 Tagen im Jahr einen Ausfall des Geothermiekraftwerks kompensiert.

Die Versorgung eines Neubaus mit Geothermie hat für den Bauherrn den Vorteil, dass die Anforderungen des EEWärmeG zur Nutzungspflicht erneuerbarer Energien automatisch erfüllt sind. Dadurch kann er sich bei der Errichtung seines Gebäudes auf die Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung beschränken.

Der relativ hohe Wärmepreis von Variante 1 zeigt auch, dass eine ausschließliche Versorgung des Neubaugebietes in Rohrbach kein wirtschaftliches Ergebnis zulässt, da die dafür notwendige Rohrleitung noch deutlich länger ausfallen würde.

4.2 Varianten 2a, 2, 3, 4a und 4

Schließt man die an der zum Neubaugebiet führenden Trasse befindlichen Bestandsgebäude mit an (Variante 2a), liegt der Wärmepreis mit 10 ct/kWh schon im wirtschaftlichen Bereich im Vergleich zu Variante 5b (19 ct/kWh).

Die Varianten 2 und 4a sind mit 8 und 7 ct/kWh schon deutlich günstiger als die Referenzvariante. Dies liegt auch daran, dass der Wärmenutzungsbonus nach dem EEG von 3 ct/kWh für gekoppelt erzeugtem Strom als Erlös berücksichtigt wurde.

Die günstigste Variante ist mit 6 ct/kWh die Versorgung von ganz Insheim als „Geowärmedorf". Dies liegt an der – im Vergleich zu den anderen Varianten – hohen Anschlussdichte bezogen auf die Länge der Rohrleitung.

Der Wärmenutzungsbonus wird nur gewährt, wenn 20% der verfügbaren thermischen Leistung genutzt wird, was auf die Varianten 1 und 2a voraussichtlich nicht zutrifft. Unklar ist noch die Berechnung des Prozentsatzes, da der Begriff „verfügbare Wärmeleistung" im Gesetz nicht abschließend definiert ist. Während in Anlage 4 EEG 2009 von „mindestens ein Fünftel der verfügbaren Wärmeleistung" die Rede ist, heißt es in der Begründung zum EEG 2009, es müsse „in der Heizperiode mindestens ein Fünftel der Wärme ausgekoppelt werden".

Geht man als Bezugsgröße von der potenziellen thermischen Leistung aus, entspräche dies der Leistung des primärseitigen Thermalwassers, also der Leistung welches das Wasser aus dem Erdinneren mit sich führt.

In der Praxis werden jedoch bereits 11% dieser Leistung mittels ORC in elektrische Leistung überführt. Dadurch sinkt das Temperaturniveau für die thermische Nutzung auf 70 – 80° C. Ein weiteres Problem ist, dass das Temperaturniveau des Thermalwassers vor der Reinjektion ins Erdreich nicht unter 50° C sinken sollte, da die Gefahr besteht, dass durch zu hohe Temperaturdifferenzen im Erdgestein unerwünschte geologische Veränderungen auftreten können. Aus diesem Grund wäre technisch gesehen die „verfügbare Wärmeleistung", welche dem Thermalwasser nach dem ORC-Prozess bis zu einer Mindesttemperatur von 50° C entnommen werden kann.

Ist die Bezugsgröße die Wärme, welche während der Heizperiode ausgekoppelt werden kann, ist das Fünftel absolut betrachtet noch schneller erreicht. Die meiste Wärme wird für die Raumheizung während der Heizperiode verwendet. Daher wird in

dieser Zeit ein viel größerer Prozentsatz der verfügbaren Wärme genutzt als bei einem Kalenderjahr als Bezugsgröße.

In dieser Untersuchung wurde angenommen, dass als Voraussetzung des Wärmenutzungsbonus 20% der Leistung ausgekoppelt werden müssen, welche nach dem ORC-Prozess bei einer Temperaturspreizung von 27,5° C verfügbar sind. Dies entspricht unter Berücksichtigung des Massenstromes und der Wärmekapazität des Thermalwassers einer Leistung von 10,2 MW_{th}. Damit müssen zur Berechtigung des Wärmenutzungsbonus mindestens 2,04 MW_{th} ausgekoppelt werden, was in dieser Untersuchung für die Varianten 2, 3, 4a und 4 zutrifft.

Endgültige Gewissheit über die Erfüllung der Voraussetzungen muss ein Umweltgutachten bringen, wie es Nummer II Anlage 4 EEG 2009 vorschreibt.

5 Fazit

Die Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass die untersuchten Varianten zur Wärmenutzung des Geothermiekraftwerks in Insheim zu positiven Ergebnissen führen. Dazu im Folgenden zusammengefasst ein wirtschaftlicher und ökologischer Variantenvergleich.

5.1 Ökonomische Bewertung

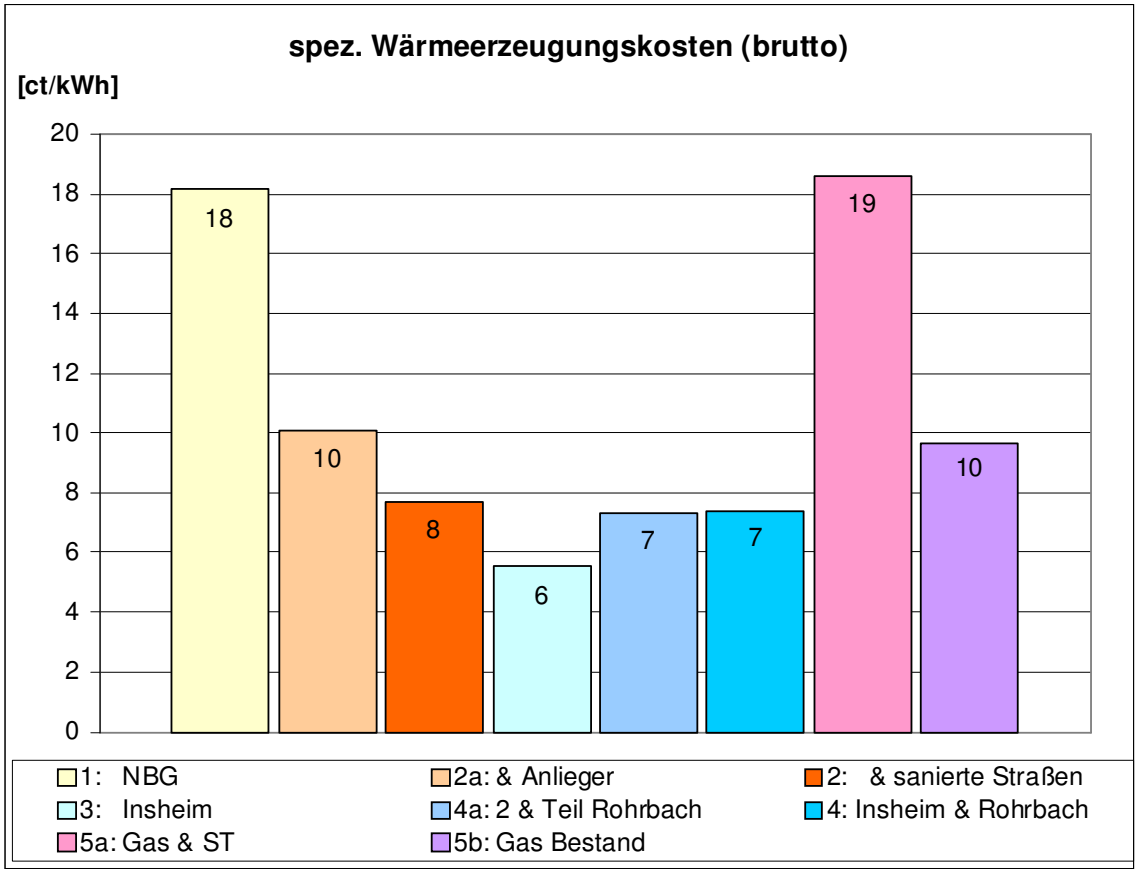


Abbildung 5-1: Vergleich der Wärmeerzeugungskosten

Abbildung 5-1 zeigt die Wärmepreise der verschiedenen Untersuchungsvarianten in einer Übersicht. Variante 1, die Versorgung des Neubaugebietes ist etwas günstiger zu bewerten als ein neues Heizungssystem auf Basis von Erdgas und Solarthermie. Variante 2a, bei der zusätzlich die Gebäude entlang der Trassenführung zum Neubaugebiet angeschlossen werden, ist im Vergleich zu einer neuen dezentralen Heizungsanlage günstiger. Besitzt ein Hauseigentümer jedoch eine gut erhaltene Gasheizung muss er den Vergleich mit Variante 5b anstellen, welche auf dem Niveau der

Nahwärmevariante liegt. Die Varianten 2, 4a und 4 sind aufgrund der höheren Anschlussdichte und des Wärmenutzungsbonus rund 2 ct günstiger als die Verbrauchs- und Betriebskosten einer Gasheizung im Bestand.

Die günstigste Variante ist die komplette Versorgung von Insheim. Ein „Geowärmedorf Insheim" lässt durch die hohe Anschlussdichte einen günstigen Wärmepreis vermuten. In der Praxis ist jedoch eine 100%ige Anschlussdichte eher unwahrscheinlich. Daher sollte nach einer Befragung in der Bevölkerung ein sukzessiver Aufbau des Nahwärmeverbundes angestrebt werden. Dabei sollte man mit den Straßenzügen, welche ohnehin wegen Sanierungsarbeiten geöffnet werden müssen beginnen, um so Synergieeffekte bei den Kosten zu nutzen.

Die Ergebnisse der Varianten 4a und 4 lassen einen wirtschaftlichen Anschluss der Gemeinde Rohrbach ebenfalls zu. Allerdings muss hier auf eine Mindestanschlusszahl besonderen Wert gelegt werden, da die Zuleitung mit fast 2 km relativ lang ist. Ist diese Voraussetzung erfüllt kann zusätzlich zu Insheim auch Rohrbach an das Geothermiekraftwerk angeschlossen werden.

Der Variantenvergleich geht von Preisen aus, welche derzeit am Markt zu zahlen sind. Berücksichtigt man zukünftige Preissteigerungen beim Erdgas stellen sich die geothermischen Varianten noch deutlich besser dar als hier vorgerechnet. Die „Abwärme" des Geothermiekraftwerks fällt ohnehin an und ist bis auf die Hilfsenergie mit keinen laufenden Kosten verbunden. Daher ist auch keine Preissteigerung innerhalb der geplanten Laufzeit des Kraftwerkes von mindestens 15 Jahren zu erwarten. Der Gaspreis hingegen kann in diesem Zeitraum durch Engpässe bei der Förderung, politisches Kalkül der Förderländer oder die absehbare Verknappung der Reserven um ein Veilfaches ansteigen.

5.2 Ökologische Bewertung

Um die verschiedenen Varianten ökologisch zu bewerten, wird die Effizienzsteigerung des Geothermiekraftwerks verglichen. Je mehr vorhandener Abwärme genutzt wird, desto vorteilhafter ist dies im Sinne einer effizienten Energienutzung. Um dahin gehend Anreize zu schaffen wird ein ausgekoppelter Wärmeanteil von mindestens 20% durch das EEG mit einem Bonus von 3 ct/kWh KWK-Strom gefördert.

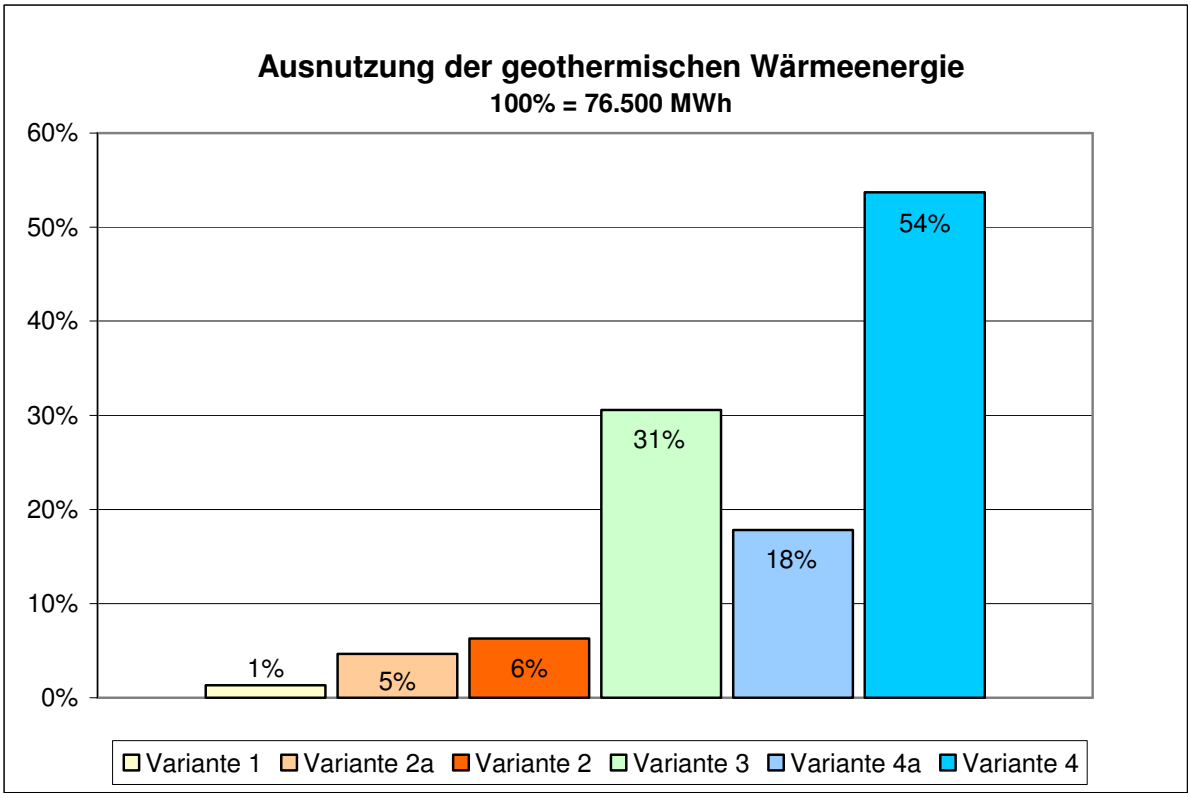


Abbildung 5-2: Vergleich der Energieeffizienz

Abbildung 5-2 zeigt einen Variantenvergleich bezogen auf ihre Ausnutzung der vorhandenen Abwärme aus dem Geothermiekraftwerk. Dabei sieht man, dass hier die Variante 3 „Geowärmedorf Insheim" ein Effizienz von 31% erreicht. Es wird dazu fast die gesamte verfügbare Wärmeleistung zur Raumheizung und Warmwasserbereitung benötigt. Man sieht auch, dass die Versorgung von 55 Gebäuden des Neubaugebietes „Ober den Baumäckern" nur einen Bruchteil der vorhandenen Wärmemenge benötigt. Die energetisch beste Ausnutzung erreicht Variante 4, wo mehr als die Hälfte der verfügbaren Wärmeenergie verbraucht wird. Allerdings ist hier die Leistung des Kraftwerks nicht mehr ausreichen, um die Spitzenlast des Nahwärmenetzes decken zu können

Es lässt sich ebenfalls ablesen, dass für die Varianten 2 und 2a rund 5% der verfügbaren Wärme ausgekoppelt wird und für die Variante 1 nur 1%. Damit sind diese Varianten als Wärmenutzungskonzept als unzureichend zu bewerten.

Als zweite Kennzahl der ökologischen Wirksamkeit wird die CO_2-Reduktion der verschiedenen Varianten betrachtet.

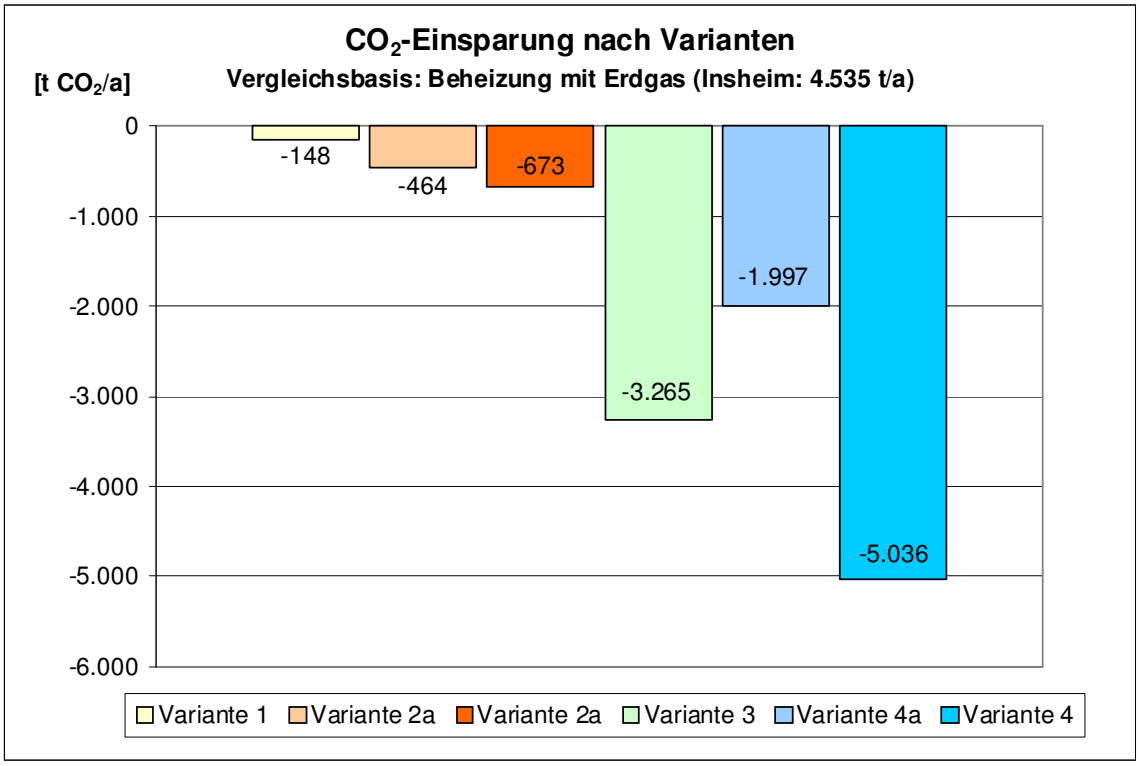


Abbildung 5-3: Vergleich der CO_2-Bilanzen

Als Vergleichswert für die CO_2-Rekuktion der Nahwärmevarianten wird eine herkömmliche Erdgasfeuerung herangezogen. Diese hat einen CO_2-Ausstoß von 202 g/kWh Erdgas. In Variante 3 wird bspw. im Vergleich zu heute für die Wärmeversorgung von Insheim deutlich weniger CO_2 emittiert. Es ist mit einer Reduktion von rund 3.250 Tonnen pro Jahr zu rechnen. In der Bilanz ist der Erdgaskessel berücksichtigt, der auch zukünftig zur Temperaturanhebung oder bei Ausfällen des Kraftwerkes CO_2 aus Erdgas emittiert. Die Mengenverhältnisse entsprechen ansonsten in etwa der genutzten CO_2-neutralen Leistung des Geothermiekraftwerks.

Die ökologisch sinnvollste Variante ist sowohl was die Effizienz angeht, als auch hinsichtlich der CO_2-Rekuktion die Komplettversorgung von Insheim und Rohrbach.

Abschließend lässt sich resümieren, dass alle untersuchten Varianten eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Alternative zur herkömmlichen Wärmeversorgung auf Basis von Erdöl oder Erdgas darstellen. Allerdings sollte Variante 1, die reine Versorgung des Neubaugebietes nur als erstes Modul in Betracht gezogen werden. Wenn nach einer Befragung der Anrainer das Interesse an einer erneuerbaren Wärmeversorgung besteht, sollten im Rahmen der Straßensanierungen die Nahwärmerohre verlegt und so der modulare Netzaufbau eingeleitet werden.

Das langfristige Ziel sollte eine möglichst flächendeckende Versorgung der Gemeinden Insheim und Rohrbach mittels geothermisch erzeugter Wärme sein.

Insbesondere vor dem Hintergrund zu erwartender Preisanstiege fossiler Brennstoffe und der ohnehin verfügbaren Abwärme des Kraftwerkes kann eine Nahwärmeversorgung mit positiven Effekten hinsichtlich Energiekosten, CO_2-Reduktion und Unabhängigkeit vom Weltenergiemarkt betrieben werden.

IV. Quellenverzeichnis

EEG: Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften“, vom 25. Oktober 2008, BGBl. I S. 2074.

DESTATIS: Internetseite des statistischen Bundesamtes Deutschland, Daten zur Energiepreisentwicklung, http://www.destatis.de.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): „Handbuch: Bioenergie-Kleinanlagen“, Gülzow, 2007.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): „Leitfaden Bioenergie: Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen“, 4., unveränderte Auflage, Gülzow, 2007.

Holzabsatzfonds (Hrsg.): „Holzenergie für Kommunen: Ein Leitfaden für Anwender“, 3., überarbeitete Auflage, Bonn, 2006

KfW: Internetseite der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), http://www.kfw-foerderbank.de.

Kubessa, Michael (Hrsg.): „Energiekennwerte: Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb“, Potsdam: Brandenburgische Energiespar-Agentur (BEA), 1998.

Marktanreizprogramm (MAP): Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, BMU, Berlin, 20.02.2009.

Schramek, Ernst-Rudolf (Hrsg.): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, 71. Auflage, München: Oldenbourg Industrieverlag, 2003.

UMSICHT: Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik (Hrsg.), Christian Dötsch, Jan Taschenberger, Ingo Schönberg, „Leitfaden Nahwärme“, UMSICHT-Schriftenreihe, Band 6, Oberhausen: Fraunhofer IRB-Verlag, 1998.

VDI: Verein Deutscher Ingenieure VDI e. V., Richtlinie 2067 Blatt 1, „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen: Grundlagen und Kostenberechnung“, Berlin: Beuth Verlag, 2000.

6 Anhang

Tabelle 6-1: Leistungsabschätzung des Geothermiekraftwerks

Leistungsberechnung:

Gesamtleistung: $\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T$

	Volumenstr.	80,00	l/s
	Dichte:	1.230,00	kg/m³
		1,23	kg/l
	Massenstr.	98,40	kg/s
	c_p	3,79	kJ/kg*K
	TVL	150,00	K
	TRL	50,00	K
	ΔT	100,00	K
	Leistung ges	37.293,60	kJ/s = kW
		37,29	MW
el. Leistung:			
	Wirkungsgr.	0,11	
	Leistung el	4,10	MWel
th. Leistung potenziell:	$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T$		
	TVL	77,50	°C
	TRL	50,00	°C
	ΔT	27,50	K
	Leistung th	10.255,74	kW
		10,26	MW
th. Leistung verfügbar:	Verluste	0,05	2° C
	Leistung th	10,21	MW
Stromkennzahl:		0,40	-
Wärmeenergie:	Volllaststunden	7.500	h/a
	Wärme	76.543	MWh/a

Tabelle 6-2: Berechnung des Wärmeanteils aus Erdgas

Temperaturanhebung

10° C an 40 Tagen im Jahr

Wärmeleistung: $\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T$

Variante:	**V1**	**V2a und 2**	**V3**	**V4a**	**V4**	
Volumenstrom:	10,60	56,70	313,00	100,00	498,00	m³/h
	10.600,00	56.700,00	313.000,00	100.000,00	498.000,00	l/h
	2,94	15,75	86,94	27,78	138,33	l/s
Volumenstrom:	2,94	15,75	86,94	27,78	138,33	l/s
Dichte:	981,78	981,78	981,78	982,78	983,78	kg/m³
	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	kg/l
Massenstrom:	2,89	15,46	85,36	27,30	136,09	kg/s
c_p	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	kJ/kg*K
TVL	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	°C
TRL	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	°C
ΔT	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	K
Leistung:	120,84	646,35	3.568,06	1.141,12	5.688,54	kJ/s = kW
	0,12	0,65	3,57	1,14	5,69	MW
Zeit:	40	40	40	40	40	d/a
Wärmemenge:	116.002	620.501	3.425.339	1.095.472	5.461.002	kWh/a

Reservebetrieb

10 Tage Volllast

Variante:	V1	V2a	V2	V3	V4a	V4	
	10	10	10	10	10	10	d/a
	24	24	24	24	24	24	h/d
Zeit:	240	240	240	240	240	240	h/a
Leistung:	479	1.697	2.156	9.846	5.745	17.302	kW
Wärmeenergie:	114.966	407.195	517.455	2.363.097	1.378.687	4.152.536	kWh/a

Tabelle 6-3: Berechnung der Wärmeüberschüsse

thermische Leistung GT [kW_{th}]	Volllast-stunden [h/a]	produzierte Wärmemenge [kWh/a]	Variante 1 [kWh/a]		Variante 2a [kWh/a]		Variante 2 [kWh/a]		Variante 3 [kWh/a]		Variante 4a [kWh/a]		Variante 4 [kWh/a]	
10.206	7.500	76.543.050	1.011.276		3.581.810		4.819.431		23.384.815		13.643.260		41.092.801	

Monat	produzierte Wärmemenge [kWh/M]	Variante 1 Bedarf [kWh/M]	Variante 1 Überschuss [kWh/M]	Variante 2a Bedarf [kWh/M]	Variante 2a Überschuss [kWh/M]	Variante 2 Bedarf [kWh/M]	Variante 2 Überschuss [kWh/M]	Variante 3 Bedarf [kWh/M]	Variante 3 Überschuss [kWh/M]	Variante 4a Bedarf [kWh/M]	Variante 4a Überschuss [kWh/M]	Variante 4 Bedarf [kWh/M]	Variante 4 Überschuss [kWh/M]
Jan	6.378.588	210.284	6.168.304	744.797	5.633.790	1.002.147	5.376.441	4.862.611	1.515.977	2.836.963	3.541.624	8.544.788	-2.166.200
Feb	6.378.588	166.872	6.211.715	591.039	5.787.548	795.261	5.583.326	3.858.761	2.519.826	2.251.294	4.127.294	6.780.781	-402.193
Mrz	6.378.588	134.260	6.244.327	475.532	5.903.056	639.842	5.738.746	3.104.637	3.273.951	1.811.319	4.567.268	5.455.601	922.986
Apr	6.378.588	45.766	6.332.822	162.096	6.216.492	218.105	6.160.483	1.058.287	5.320.301	617.430	5.761.158	1.859.667	4.518.920
Mai	6.378.588	17.170	6.361.417	60.815	6.317.773	81.828	6.296.760	397.045	5.981.543	231.645	6.146.942	697.704	5.680.884
Jun	6.378.588	11.838	6.366.749	41.929	6.336.658	56.417	6.322.171	273.745	6.104.842	159.709	6.218.878	481.036	5.897.551
Jul	6.378.588	11.781	6.366.806	41.728	6.336.860	56.146	6.322.441	272.432	6.106.156	158.943	6.219.644	478.728	5.899.859
Aug	6.378.588	11.781	6.366.806	41.728	6.336.860	56.146	6.322.441	272.432	6.106.156	158.943	6.219.644	478.728	5.899.859
Sep	6.378.588	13.777	6.364.810	48.797	6.329.790	65.658	6.312.929	318.587	6.060.001	185.871	6.192.716	559.834	5.818.753
Okt	6.378.588	72.470	6.306.117	256.680	6.121.907	345.371	6.033.217	1.675.806	4.702.781	977.706	5.400.882	2.944.799	3.433.788
Nov	6.378.588	131.903	6.246.684	467.184	5.911.403	628.610	5.749.977	3.050.138	3.328.449	1.779.524	4.599.064	5.359.834	1.018.754
Dez	6.378.588	183.373	6.195.214	649.484	5.729.103	873.901	5.504.687	4.240.336	2.138.252	2.473.913	3.904.674	7.451.300	-1.072.712
Summe	**76.543.050**	**1.011.276**	**75.531.774**	**3.581.810**	**72.961.240**	**4.819.431**	**71.723.619**	**23.384.815**	**53.158.235**	**13.643.260**	**62.899.790**	**41.092.801**	**35.450.249**

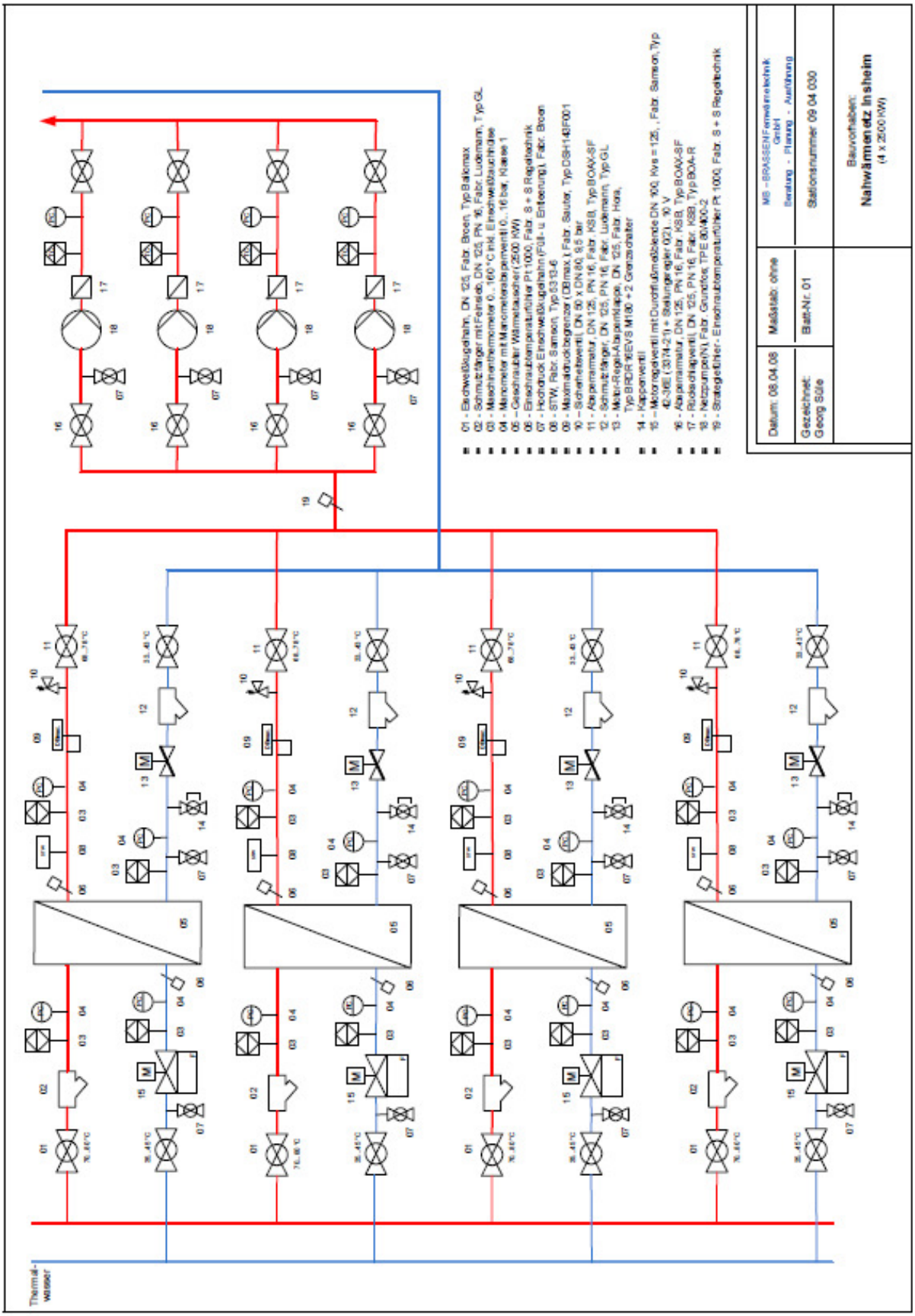


Abbildung 6-1: Verschaltung der Wärmetauscher zu Auskopplung

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

Firma
Ifas (Institut für angewantes Stoffstrommanagement)
z.Hd. Daniel Oßwald
Postfach 1380

D-55761 Birkenfeld

Mailto: d.osswald@umwelt-campus.de

Osthofen, 15.04.2009

Betr. Unsere Angebots-Nr.: **09 04 030 GS (Bitte immer Angeben)**
Ihre Anfrage–Nr.: **Ihre Anfrage v. 19.03.2009 per Fax**
Projekt: **Nahwärmenetz Insheim: 4 x 2500 KW**

Angebot / Kostenschätzung

Sehr geehrter Herr Oßwald,

wir bedanken uns für Ihre Anfrage zu o.g. Projekt und übersenden Ihnen gerne freibleibend das gewünschte Angebot.

Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Mainz.

Weitere Informationen zu MB – BRASSEN Fernwärmekompaktstationen finden Sie auch unter unserer Web-Seite: www.mb-brassen.com

Sollten Sie weitere Fragen oder Erläuterungen wünschen, stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zu Verfügung.

Wir hoffen, Ihren Erwartungen entsprechen zu können und würden uns über Ihre Auftragserteilung sehr freuen.

Mit freundlichen Grüßen

MB – BRASSEN Fernwärmetechnik GmbH

G. Süle

Anlage

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

Preisbindung / Festpreis
An den genannten Festpreis halten wir uns ab Datum dieses Schreibens 3 Monate gebunden. Unabhängig davon bleiben technische Änderungen der angebotenen Stationen bei gleich bleibenden Preisen und Funktionen vorbehalten. Die Lieferung erfolgt bei Abruf einzelner Stationen ab Werk zu unbeaufschlagten Versandkosten. Ab einer Losgrösse von 5 Stationen erfolgt die Lieferung frei Baustelle, unabgeladen.

Zahlungsbedingungen
Unsere Zahlungsbedingungen sind ab Rechnungsdatum innerhalb 30 Tagen rein netto bzw. sollte je nach Auftragsvolumen eine gesonderte Vereinbarung getroffen werden. Wird die Zahlungsvereinbarung nicht eingehalten, so erfolgt Verzugseintritt ohne Mahnung (§ 284 II BGB) und Wegfall von gewährten Rabatten.

Eigentumsvorbehalt
MB - BRASSEN Fernwärmetechnik behält sich gegenüber Kaufleuten das Eigentum an gelieferten Waren bis zur vollständigen Erfüllung aller Forderungen aus der Geschäftsverbindung vor. Im Verkehr mit Nichtkaufleuten behält sich **MB - BRASSEN Fernwärmetechnik** das Eigentum an den gelieferten Gegenständen bis zur Bezahlung vor.

Lieferung
Fertigung und Lieferung erfolgen **ca. 6...8 Wochen** nach Auftragseingang bzw. nach Klärung evtl. Detailfragen. Größere Stückzahlen nach Terminvereinbarung. Für evtl. anfallende Wartezeiten bei der Anlieferung übernehmen wir keine Kosten. Sollte die Fernwärmekompaktstation mehrteilig geliefert werden, so ist die interne elektrische Verdrahtung der Anlage bauseits ohne Entgelt auszuführen.

Wartung
Wartung der Fernwärmekompaktstation und der elektrischen Schaltanlage nach Zeit und Aufwand gegen Nachweis der Arbeitsstunden.

Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme der Anlage sowie die Einweisung des Bedienpersonals in die Stationssteuerung können wir für netto € / Stck. 380,00 anbieten, dabei müssen alle möglichen Versorgungsmedien an der Station angeschlossen sein, ansonsten muss jede weitere Anfahrt separat abgerechnet werden

Gewährleistung
Gewährleistung für mech. Teile 2 Jahre, für elektrische Teile 2 Jahre, gültig nur bei nachweisbarer Wartung.

Mängelrügen
Mängelrügen sind unverzüglich zu erheben und sind ausgeschlossen, wenn sie uns nicht innerhalb von 2 Wochen nach Empfang der Lieferung zugegangen sind. Mängel, die auch bei sorgfältigster Überprüfung innerhalb dieser Frist nicht entdeckt werden konnten, sind uns unverzüglich, spätestens aber 2 Wochen nach Ihrer Entdeckung zu melden. Ist der gelieferte Gegenstand mit Mängeln behaftet, die seinen Wert und / oder die Gebrauchstauglichkeit nicht nur unwesentlich beeinträchtigen, oder fehlt ihm eine zugesicherte Eigenschaft, werden wir den Mangel nach unserer Wahl innerhalb angemessener Frist kostenlos entweder durch Nachbesserung oder Ersatzlieferung beheben. Der Kunde hat uns und unseren Bevollmächtigten dazu Zeit und Gelegenheit zu geben. Geschieht dies nicht oder werden Veränderungen oder Reparaturen an dem bemängelten Gegenstand vorgenommen, so sind wir von der Mängelhaftung befreit.

Gerichtsstand

Gerichtsstand ist Mainz.

Geschäftsführer:
Manfred Brassen
Mario Brassen

Handelsregister:
Amtsgericht Mainz
H R B 1 1 4 6 2

Sitz der Gesellschaft ist Osthofen
Ust.-IdNr.
DE 161 781 317

Steuer-Nr.
44/019/3086/8
SWIFT
BICGENODE61WOI
IBAN
DE16553900000071317625

Volksbank Worms
BLZ 55390000
Konto 71317625

Bayerische Vereinsbank Erfurt
BLZ 82020086
Konto 3950328

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

HW-Umformstation

Fabrikat: **MB - BRASSEN Fernwärmetechnik GmbH**
Typ: **F-I- WTF/125-125/4 x 2,5 MW**

Ausführungsrichtlinien gemäß AGFW.
Die Fernwärmekompaktstation in geschweißter Ausführung ist als Einzelkomponente in Modulbauweise anschlußfertig vorgerichtet und wird auf Profilstahlrahmen für stehende Montage geliefert.

Station ist komplett mit einem Spezialschutzanstrich versehen. Rohre und Formteile aus St. 35 bzw. 37.2 nach DIN 1629, V-Flansche aus R-St. 37.2 oder C 22.8 nach DIN 17100, Apparate und Armaturen sind, soweit möglich, flachdichtend montiert.

Die Lage des FW-Anschlusses (links- oder rechtsseitig) sowie die max. möglichen Einbaumaße sind der Firma MB - BRASSEN vor Fertigungsbeginn der Station anzugeben.

Betriebsdaten:	**Primär**	**Sekundär**
Vorlauftemperatur:	80 °C	78 °C
Rücklauftemperatur:	45 °C	43 °C
Nenndruck:	PN 16	PN 10/16
Nennweite:	DN 125	DN 125
Gesamtwärmeleistung:	2500 kW	850 kW

Primärseite (PN 16), bestehend aus:

2,00 stk. Vollverschweißter Stahlkugelhahn, beidseitig
Schweißende DN 125, PN 25 mit Hebelgriff,
Fabrikat: Broen, Typ: Ballomax
1,00 stk. Schmutzfänger mit Feinsieb, Flanschausführung,
DN 125, PN 16, GG,
2,00 stk. Einschweißthermohülse
2,00 stk. Maschinenthermometer, Gerade, TL=100 mm, 0...120 °C,
G 1/2", 150 x 36 mm, Fabr. SIKA, Typ 591 B
2,00 stk. Anschweißverschraubung R+L für Manometer
2,00 stk. Manometerabsperrventil, Stahl, DIN 16270, PN 400, R 1/2"
2,00 stk. Rohrfedermanometer, 0...16 bar, D=100 mm, Klasse 1,
Fabr. Tecsis, Typ 1444.076.103
1,00 stk. Kombiventil mit zusätzlichem Motoranschluss, DN 100,
PN 16, kvs=125, Fabr. Samson, Typ 42-36E
1,00 stk. Elektrischer Antrieb mit Sicherheitsfunktion (DIN 32730),
2100 N (AUSfahrend),
IP 54, 230 VAC, Hub 15 mm,
Fabr. Samson, Typ 3274-21

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

1,00 stk. Tauchfühler mit Pt 1000-Meßwiderstand
Meßbereich: -10... +185 °C
Fabrikat: Samson, Typ: 5205-47
1,00 stk. F & E-Kugelhahn, mit einseitig Schweißende (DN 20)
über AE andererseits Außengewinde (Kappe + Kette),
DN 20, PN 25 mit Handhebel L-Griff, Fabrikat: WESA

Wärmetauscher, besthehend aus:

1,00 stk. NT150L HV, 361Pl., 1.4401, 0.5, NBR, B-16,
S235-JRG2, Fabr. GEA
4,00 stk. Vorschweißflansche, DN 150, 168,3 mm, EN1092-1,

Daten Wärmetauscher:

ECOFLEX Plattenwärmetauscher:	NT150L B-16		

Betriebsdaten für 1 Apparat(e) parallel und 1 Apparat(e) seriell

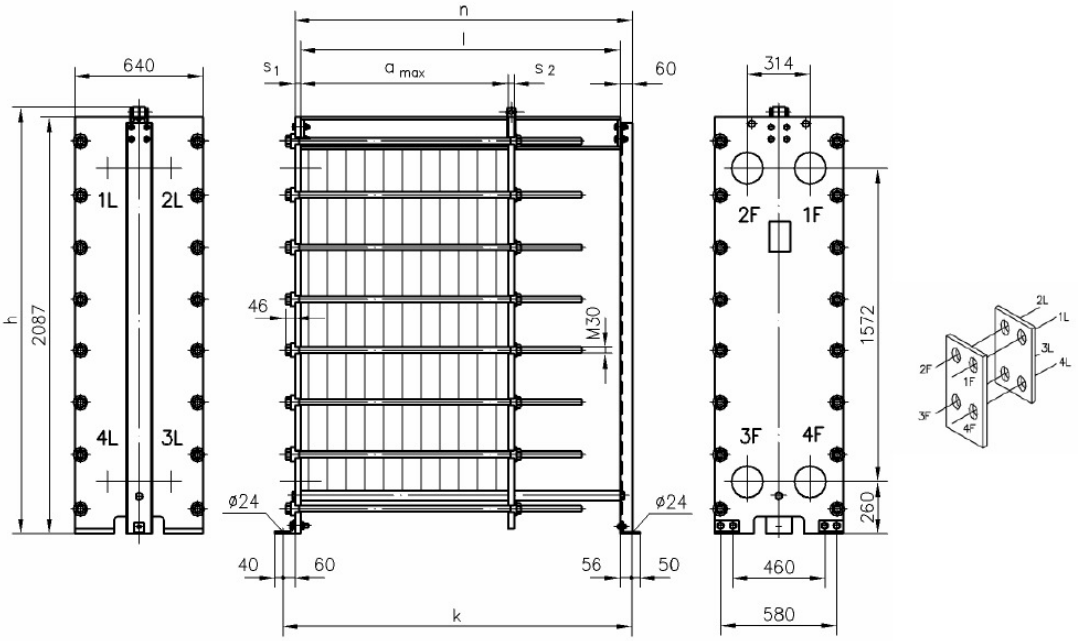
	warme Seite	kalte Seite	
Medium:	Thermalwasser	Wasser	
Fluidgruppe gem. DGR 97/23/EG:	Gruppe 2 - andere	Gruppe 2 - andere	
Wärmeleistung:	2500,00		kW
Massenstrom:	61558	61583	kg/h
Volumenstrom:	62,76	62,73	m³/h
Temperatur Eintritt:	80,00	43,00	°C
Temperatur Austritt:	45,00	78,00	°C
Druckverlust:	0,15	0,15	bar
Betriebsdruck Eintritt:	16,00	16,00	barg
Stoffdaten			
Dichte:	980,77	981,78	kg/m³
Wärmekapazität:	4177,25	4175,53	J/kgK
Wärmeleitfähigkeit:	0,65548	0,65374	W/mK
Viskosität Eintritt:	0,000354	0,000616	kg/ms
Viskosität Austritt:	0,000594	0,000363	kg/ms

Apparatedaten				
Plattentyp:		NT150L HV		
Wärmetauscherfläche (total / je Apparat):		294,38	294,38	m²
Plattenanzahl (total / je Apparat):		361	361	
Plattenstärke:		0,50		mm
Flächenreserve:		14,8		%
Plattenwerkstoff:		1.4401		
Dichtungswerkstoff / Dichtungstyp:		NBR	kleberlos	
Innere Schaltung (Wege x Spalte):	3 x 60	3 x 60		
Gestellanzahl (parallel / seriell / gesamt):	1	1	1	

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com



n:	2650 mm	s_1:	50,00 mm	a-max Gestell:	1416 mm	Leergewicht:	2657 kg
k:	2706 mm	s_2:	50,00 mm	a-max aktuell:	1318 mm	max. Gesamtgewicht:	3544 kg
l:	2540 mm	h:	2137 mm				

Pos	Größe	Typ	Medium	Ein	Aus	Zusatz	m-Maß
1F	DN150	Gummi-Formteil DIN 2633 NBR	Thermalwasser	x	-	-	4 mm
2F	DN150	Gummi-Formteil DIN 2633 NBR	Wasser	-	x	-	4 mm
3L	DN150	Gummi-Formteil DIN 2633 NBR	Wasser	x	-	-	4 mm
4L	DN150	Gummi-Formteil DIN 2633 NBR	Thermalwasser	-	x	-	4 mm

Wir bieten Ihnen einen Plattenwärmetauscher in geschraubter Bauform an.
Durch die hochturbulente Strömung innerhalb des Apparates treten Selbstreinigungskräfte auf, die bis zu einem gewissen Grad Verschmutzungen entgegen wirken können.
Zusätzlich kann dieser Apparat zum leichten Reinigen geöffnet werden.

Bitte prüfen Sie die eingesetzten Materialien hinsichtlich der von Ihnen verwendeten Medien.
Beim Einsatz mit Thermalwasser ist Edelstahl 1.4401 häufig nicht ausreichend korrosionsresistent.

Nach Sichtung einer aktuellen Wasseranalyse sind wir Ihnen gerne bei der Auswahl der geeigneten Materialien behilflich.

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

Sekundärseite, bestehend aus:

1,00 stk. Schmutzfänger mit Einfachsieb, Flanschausführung, DN 125, PN 16, GG,
2,00 stk. Einschweißthermohülse
2,00 stk. Maschinenthermometer, Gerade, TL=100 mm, 0...120 °C, G 1/2", 150 x 36 mm, Fabr. SIKA, Typ 591 B
2,00 stk. Anschweißverschraubung R+L für Manometer
2,00 stk. Manometerabsperrventil, Stahl, DIN 16270, PN 400, R1/2"
2,00 stk. Rohrfedermanometer, 0...16 bar, D=100 mm, Klasse 1, Fabr. Tecsis, Typ 1444.076.103
1,00 stk. Kappenventil für AG_R 1"
1,00 stk. Motor-Regel-Absperrklappe, DN 125, PN 6/16, Kvs-Wert=1450, 3-Pkt. 230 VAC mit 2 Grenzschalter, Stellzeit I, Fabr. Hora, Typ BRDR16EVS M140 + ZA32
1,00 stk. Sicherheitstemperaturwächter-Thermostat (STW), G 1/2 Einstellbereich: +60... +120 °C Einbaulänge: 150 mm x 8 mm Fabrikat: Samson, Typ: 5313-6
1,00 stk. Druckbegrenzer besonderer Bauart für steigenden Druck (DBmax.), Druckbereich: 1 ... 10 bar
1,00 stk. Membran-Sicherheitsventil, DN 32/50, Ansprechdruck 8 bar, Fabr. ARI, Typ SAFE
1,00 stk. Tauchfühler mit Pt 1000-Meßwiderstand Meßbereich: -10... +185 °C Fabrikat: Samson, Typ: 5205-47
1,00 stk. F & E-Kugelhahn, mit einseitig Schweißende (DN 20) über AE andererseits Außengewinde (Kappe + Kette), DN 20, PN 25 mit Handhebel L-Griff, Fabrikat: WESA
2,00 stk. Vollverschweißter Stahlkugelhahn, beidseitig Schweißende DN 125, PN 25 mit Hebelgriff, Fabrikat: Broen, Typ: Ballomax

Wir bieten Ihnen die Armaturen in Grauguß / Stahl, PN 16 an.

Bitte prüfen Sie die eingesetzten Materialien hinsichtlich der von Ihnen verwendeten Medien.

Nach Sichtung einer aktuellen Wasseranalyse sind wir Ihnen gerne bei der Auswahl der geeigneten Materialien behilflich.

Inkl. aller Erweiterungen und Reduzierstücke, Hochlastbefestigungsschellen usw. sowie allen weiterem Klein- und Installationsmaterial

Gesamtpreis netto / WT-Station 2,5 MW: € 31.850,00

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

Pumpengruppe, bestehend aus:

1,00 stk. Einschweißthermohülse
1,00 stk. Maschinenthermometer, Gerade, TL=100 mm, 0...120 °C,
G 1/2", 150 x 36 mm, Fabr. SIKA, Typ 591 B
1,00 stk. Anschweißverschraubung R+L für Manometer
1,00 stk. Manometerabsperrventil, Stahl, DIN 16270, PN 400, R 1/2"
1,00 stk. Rohrfedermanometer, 0...16 bar, D=100 mm, Klasse 1,
Fabr. Tecsis, Typ 1444.076.103
1,00 stk. F & E-Kugelhahn, mit einseitig Schweißende (DN 20)
über AE andererseits Außengewinde (Kappe + Kette), DN 20,
PN 25 mit Handhebel L-Griff, Fabrikat: WESA
1,00 stk. Geregelte Heizungsumwälzpumpe, 400 V,
Einbaulänge 450 mm, Flansch DN 80 PN 16,
ca. 40 mH Förderhöhe bei 60 m3/h
Fabr. Grundfos, Typ TPE 80/400/2
1,00 stk. Wartungsfreies Einklemm-Rückschlagventil, DN 80, PN6/10/16,
metallisch dichtend, Fabr. KSB, Typ BOA-RVK
2,00 stk. Vollverschweißter Stahlkugelhahn, beidseitig
Schweißende DN 125, PN 25 mit Hebelgriff,
Fabrikat: Broen, Typ: Ballomax

Inkl. aller Erweiterungen und Reduzierstücke, Hochlastbefestigungsschellen usw. sowie allen weiterem Klein- und Installationsmaterial

Gesamtpreis netto / Pumpengruppe-Station: € 8.465,00

Regelanlage inkl. Schaltschrank (Vorbereitet für 4 WT-Gruppen)

Regelung, bestehend aus:

1,00 stk. Frei programmierbarer Anlagen- und
Applikationsregler für HLK-Anwendungen
mit Schnittstelle
Fabrikat: Samson, Typ: TROVIS 5571
2,00 stk. Erweiterungsgerät für 5571
mit Schnittstelle zu TROVIS 5571
Fabrikat: Samson, Typ: TROVIS Erw.5571
1,00 stk. Aussenfühler mit Pt 1000-Meßwiderstand
Meßbereich: -35... +85 °C
Fabrikat: Samson, Typ: 5227-2
1,00 stk. Tauchfühler mit Pt 1000-Meßwiderstand
Meßbereich: -10... +185 °C (Strategiefühler)
Fabrikat: Samson, Typ: 5205-47

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

Schaltanlage, bestehend aus:

1,00 stk. Schaltschrank, bestehend aus:
Schaltschrank in geschlossener Stahlblechkonstruktion
mit eingezogener gummiabgedichteter verschließbarer Tür,
Kabeleinführung von unten über PG-erschraubungen (Zugentl.)
und vorgeschalteten Kabelkanal, Ausführung in DDC/ZLT-Standard
d.h., einschließlich aller erforderlichen Anschlußklemmen,
Sicherungen, Bezeichnungsschilder und Verschraubungen
sowie erstellen der Schaltpläne in 3-facher Ausführung,
anschlussfertig verdrahtet und geprüft unter Einhaltung aller
einschlägigen DIN- u. VDE-Vorschriften, Schutzart IP 42/ 54,
Farbe: RAL 7032, Kieselgrau lackiert

Maße (B x H x T in mm): 800 x 1000 x 300

zur Aufnahme, Verschaltung und Steuerung und ggf.
Anzeige der nachstehend aufgeführten Steuer u.
Überwachungseinheiten:

Einspeisung (WS/DS), Zubehör Einspeisung, Versch.
Sicherheitstechnische Ausrüstung, Reglereinbau,
Störmeldungsanzeige etc. inkl. der ingenieurmäßigen
Bearbeitung.

Den Schaltschrankunterlagen sind eine Bestätigung nach §5
Absatz 4 der Unfallverhütungsvorschrift (BGV A3)
beizufügen. Desweiteren ist der Isolationswiderstand
zwischen einem jeden aktiven Leiter L1, N etc., sowie
der Durchgangswiderstand des Schutzleiters anzugeben.

Gesamtpreis netto / : € 6.000,00

Beratung
Planung
Ausführung

MB-BRASSEN
Fernwärmetechnik GmbH

An der Lehmgrube 10
67574 Osthofen
Telefon 0 62 42 / 50 10 - 0
Telefax 6 09 66
e-Mail Info@MB-Brassen.com
Internet www.MB-Brassen.com

Alternative 1

Inbetriebnahme der MSR-Anlage

Überprüfung der elektrischen Anschlüsse auf gerätespezifische Anforderungen, wie z.B. Nenn- und Fremdspannung sowie Abschirmung der Leitungen und Erdungen. Überprüfung der einzelnen MSR-Geräte auf bestimmungsmäßige Funktion, wie z.B. Stellrichtung von Klappen und Ventilen, Schaltrichtung von Reglern und Sicherheitstemperaturbegrenzern, Drehrichtung von Motoren usw.
Schaltschränke, bestehend aus:
- Prüfen der angeschlossenen Antriebe (Pumpen, Ventilatoren, Ventile etc.) auf richtige Drehrichtung
- Messung der Motor-Nennströme und Einstellung der Schutzeinrichtungen
- Funktionsprüfung der elektro-mechanischen Schalt- und Steuerungsabläufe
- Funktionsprüfung aller elektro-mechanischen Sicherheitseinrichtungen
- Funktionsprüfung von Fernbedienungen

Nach Abschluss der Inbetriebnahme ist ein Messprotokoll der Istwerte zu erstellen.
Überprüfung der Funktion aller zur betriebstechnischen Anlagen (BTA) gehörigen MSR-Einrichtungen untereinander.
Einstellung von Grundparametern.
Überprüfung der Anschlußbedingungen anhand der erstellten Dokumentation für übergreifende Funktionen aus anderen Gewerken.

Eingabe und Inbetriebnahme der Anwenderprogramme entsprechen der Festlegungen, Anpassung der Parameter an die Betriebsbedingungen der BTA. Duplizieren und Dokumentieren der Anwenderprogramme.
Einstellung und Inbetriebnahme der MSR-Einrichtungen und Dokumentation der eingestellten Werte.

Sobald alle Versorgungsmedien uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

Gesamtpreis netto / : € 1.900,00

Geschäftsführer: Manfred Brassen, Mario Brassen
Handelsregister: Amtsgericht Mainz H R B 1 1 4 6 2
Sitz der Gesellschaft ist Osthofen
Ust.-IdNr. DE 161 781 317
Steuer-Nr. 44/019/3086/8
SWIFT BICGENODE61WOI
IBAN DE16553900000071317625
Volksbank Worms BLZ 55390000 Konto 71317625
Bayerische Vereinsbank Erfurt BLZ 82020086 Konto 3950328

Abbildung 6-2: Angebot Wärmetauscherstation der Fa. MB Brassen

Tabelle 6-4: Investitionskosten Variante 1 (Versorgung Neubaugebiet Insheim)

Wärmeauskopplung				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Wärmetauscher, 2,5 MW	1	Stück	31.850	31.850
Pumpengruppe	1	Stück	8.465	8.465
Regelung	1	Stück	6.000	6.000
Inbetriebnahme	1	Stück	1.900	1.900
Lieferung und Montage	15%			7.232
Planung	10%			4.822
Gesamtkosten Wärmeauskopplung				60.269
Redundanz (408 kW)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gas-Brennwertkessel, 408 kW	1	Stück	17.803	17.803
Brenner	1	Stück	1.500	1.500
Neutralisationsanlage	1	Stück	650	650
Pumpe u. Beimischeinrichtung	1	Stück	200	200
Lieferung und Montage	15%			3.023
Planung	10%			2.015
				0
				0
				0
Gesamtkosten Redundanz				25.191
Rohrnetzkosten				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Rohrleitung	2.508	m	229	573.481
Förderung Netz (KWKG)				-104.811
Gesamtkosten Rohrnetz				468.669,55
Bauliche Maßnahmen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gebäude	1	Stück	70.000	70.000
Gesamtbaukosten				70.000
Hausübergabestationen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
HÜ + WW-Speicher	55	Stück	6.380	350.900
Förderung HÜ (MAP)	55	Stück	0	0
Gesamtkosten Hausübergabestationen				350.900
Unvorhergesehenes				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Zwischensumme				975.030
Unvorhergesehenes	5%			48.751
Investitionskosten				1.023.781

Tabelle 6-5: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 1 (Versorgung Neubaugebiet Insheim)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Nutzungsdauer [a]	Betrag [€/a]
Wärmeauskopplung	60.269	20	4.435
Gaskessel	25.191	20	1.854
Rohrnetz	517.421	25	33.121
Bauliche Maßnahmen	70.000	30	4.048
Hausübergabestationen	350.900	25	22.462
Zinssatz	4,00%		
Kapitalkosten gesamt	1.023.781		65.919
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Nutzwärmeenergie	720.534	kWh/a	
ausgekoppelte Energie	1.011.276	kWh/a	
Reservebetrieb (10 d, Volllast)	114.966	kWh/a	
Kosten Erdgas	0,058	€/kWh	6.666
Pumpenstrom (0,8%)	8.090	kWh/a	
Kosten Strom	0,18	€/kWh	1.460
Verbrauchskosten gesamt			8.126
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Instandhaltung Wärmetauscher	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	603
Instandhaltung Gaskessel	1,50%	bezogen auf Investitionskosten	378
Instandhaltung Netz	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	5.174
Instandhaltung Bauliche Maßnahmen	0,88%	bezogen auf Investitionskosten	616
Instandhaltung Hausübergabestationen	1,30%	bezogen auf Investitionskosten	4.562
spezifische Personalkosten	35	€/h	
Personalkosten	53	h/a	1.855
Betriebskosten gesamt			13.187

Zwischensumme			87.233
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	7.166
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	4.362
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	2.617
Gewinnrücklage des Betreibers/Investors	10,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	8.723
sonstige Kosten gesamt			22.868
Jahreskosten			110.102
Erlöse aus Stromerzeugung			
Bezeichnung	Menge	Bezug [€/kWh]	Betrag [€/a]
ausgekoppelte Wärme	1.011.276		
gekoppelt erzeugter Strom	406.492	0,00	0
Jahresterträge			0
Jahreskosten abzgl. Erträge netto			110.102
spez. WEK netto		€/kWh	0,15
spez. WEK brutto		€/kWh	0,18
Jahresvollkosten je Gebäude	13.101	kWh	2.382

Tabelle 6-6: Investitionskosten Variante 2a (Versorgung Neubaugebiet Insheim & Trassenanlieger)

Wärmeauskopplung				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Wärmetauscher, 2,5 MW	1	Stück	31.850	31.850
Pumpengruppe	1	Stück	8.465	8.465
Regelung	1	Stück	6.000	6.000
Inbetriebnahme	1	Stück	1.900	1.900
Lieferung und Montage	15%			7.232
Planung	10%			4.822
Gesamtkosten Wärmeauskopplung				60.269
Redundanz (2,3 MW)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gas-Brennwertkessel, 2,3 MW, 6 bar & modulierender Brenner	1	Stück	67.000	67.000
Abgaswärmetauscher	1	Stück	17.000	17.000
Neutralisationsanlage	1	Stück	5.000	5.000
Pumpe u. Beimischeinrichtung	1	Stück	8.000	8.000
Lieferung und Montage	15%			14.550
Planung	10%			9.700
Gesamtkosten Redundanz				121.250
Rohrnetzkosten				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Rohrleitung	3.669	m	263	966.675
Förderung Netz (MAP)	3.119	m	80	-249.540
Förderung Netz NBG (MAP)	550	m	60	-33.000
Gesamtkosten Rohrnetz				684.134,62
Bauliche Maßnahmen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gebäude	1	Stück	70.000	70.000
Gesamtbaukosten				70.000
Hausübergabestationen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
HÜ + WW-Speicher	140	Stück	6.415	898.050
Förderung HÜ	140	Stück	1.800	-252.000
Gesamtkosten Hausübergabestationen				646.050
Unvorhergesehenes				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Zwischensumme				1.581.703
Unvorhergesehenes	5%			79.085
Investitionskosten				1.660.789

Tabelle 6-7: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 2a (Versorgung Neubaugebiet Insheim & Trassenanlieger)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Nutzungsdauer [a]	Betrag [€/a]
Wärmeauskopplung	60.269	20	4.435
Gaskessel	121.250	20	8.922
Rohrnetz	763.220	25	48.855
Bauliche Maßnahmen	70.000	30	4.048
Hausübergabestationen	646.050	25	41.355
Zinssatz	4,00%		
Kapitalkosten gesamt	1.660.789		107.615
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Nutzwärmeenergie	2.824.257	kWh/a	
ausgekoppelte Energie	3.581.810	kWh/a	
Temperaturanhebung (10 K, 90 d)	620.501		
Reservebetrieb (10 d, Volllast)	407.195		
Kosten Erdgas	0,058	€/kWh	59.589
Pumpenstrom (0,8%)	28.654	kWh/a	
Kosten Strom	0,18	€/kWh	5.172
Verbrauchskosten gesamt			64.761
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Instandhaltung Wärmetauscher	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	603
Instandhaltung Gaskessel	1,50%	bezogen auf Investitionskosten	1.819
Instandhaltung Netz	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	7.632
Instandhaltung Bauliche Maßnahmen	0,88%	bezogen auf Investitionskosten	616
Instandhaltung Hausübergabestationen	1,30%	bezogen auf Investitionskosten	8.399
spezifische Personalkosten	35	€/h	
Personalkosten	53	h/a	1.855
Betriebskosten gesamt			20.923

Zwischensumme			193.299
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	11.626
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	9.665
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	5.799
Gewinnrücklage des Betreibers/Investors	10,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	19.330
sonstige Kosten gesamt			46.419
Jahreskosten			239.719
Erlöse aus Stromerzeugung			
Bezeichnung	Menge	Bezug [€/kWh]	Betrag [€/a]
ausgekoppelte Wärme	3.581.810		
gekoppelt erzeugter Strom	1.439.743	0,00	0
Jahresterträge			0
Jahreskosten abzgl. Erträge netto			239.719
spez. WEK netto		€/kWh	0,08
spez. WEK brutto		€/kWh	0,10

Tabelle 6-8: Investitionskosten Variante 2 (Versorgung Neubaugebiet Insheim & sanierungsbedürftige Straßen)

Wärmeauskopplung				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Wärmetauscher, 2,5 MW	1	Stück	31.850	31.850
Pumpengruppe	1	Stück	8.465	8.465
Regelung	1	Stück	6.000	6.000
Inbetriebnahme	1	Stück	1.900	1.900
Lieferung und Montage	15%			7.232
Planung	10%			4.822
Gesamtkosten Wärmeauskopplung				60.269
Redundanz (2,3 MW)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gas-Brennwertkessel, 2,3 MW, 6 bar & modulierender Brenner	1	Stück	67.000	67.000
Abgaswärmetauscher	1	Stück	17.000	17.000
Neutralisationsanlage	1	Stück	5.000	5.000
Pumpe u. Beimischeinrichtung	1	Stück	8.000	8.000
Lieferung und Montage	15%			14.550
Planung	10%			9.700
Gesamtkosten Redundanz				121.250
Rohrnetzkosten				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Rohrleitung	4.826	m	284	1.369.496
Förderung Netz (MAP)	4.276	m	80	-342.067
Förderung Netz NBG (MAP)	550	m	60	-33.000
Gesamtkosten Rohrnetz				994.428,79
Bauliche Maßnahmen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gebäude	1	Stück	70.000	70.000
Gesamtbaukosten				70.000
Hausübergabestationen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
HÜ + WW-Speicher	188	Stück	6.406	1.204.290
Förderung HÜ (MAP)	188	Stück	1.800	-338.400
Gesamtkosten Hausübergabestationen				865.890
Unvorhergesehenes				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Zwischensumme				2.111.838
Unvorhergesehenes	5%			105.592
Investitionskosten				2.217.429

Tabelle 6-9: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 2 (Versorgung Neubaugebiet Insheim & sanierungsbedürftige Straßen)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Nutzungsdauer [a]	Betrag [€/a]
Wärmeauskopplung	60.269	20	4.435
Gaskessel	121.250	20	8.922
Rohrnetz	1.100.021	25	70.414
Bauliche Maßnahmen	70.000	30	4.048
Hausübergabestationen	865.890	25	55.427
Zinssatz	4,00%		
Kapitalkosten gesamt	2.217.429		143.246
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Nutzwärmeenergie	3.800.121	kWh/a	
ausgekoppelte Energie	4.819.431	kWh/a	
Temperaturanhebung (10 K, 90 d)	620.501		
Reservebetrieb (10 d, Volllast)	517.455		
Kosten Erdgas	0,058	€/kWh	65.982
Pumpenstrom (0,8%)	38.555	kWh/a	
Kosten Strom	0,18	€/kWh	6.959
Verbrauchskosten gesamt			72.942
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Instandhaltung Wärmetauscher	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	603
Instandhaltung Gaskessel	1,50%	bezogen auf Investitionskosten	1.819
Instandhaltung Netz	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	11.000
Instandhaltung Bauliche Maßnahmen	0,88%	bezogen auf Investitionskosten	616
Instandhaltung Hausübergabestationen	1,30%	bezogen auf Investitionskosten	11.257
spezifische Personalkosten	35	€/h	
Personalkosten	53	h/a	1.855
Betriebskosten gesamt			27.149

Zwischensumme			243.337
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	15.522
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	12.167
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	7.300
Gewinnrücklage des Betreibers/Investors	10,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	24.334
sonstige Kosten gesamt			59.323
Jahreskosten			302.660
Erlöse aus Stromerzeugung			
Bezeichnung	Menge	Bezug [€/kWh]	Betrag [€/a]
ausgekoppelte Wärme	4.819.431		
gekoppelt erzeugter Strom	1.937.217	0,03	58.117
Jahresterträge			58.117
Jahreskosten abzgl. Erträge netto			244.544
spez. WEK netto		€/kWh	0,06
spez. WEK brutto		€/kWh	0,08

Tabelle 6-10: Investitionskosten Variante 3 (Komplettversorgung Insheim)

Wärmeauskopplung				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Wärmetauscher, 2,5 MW	4	Stück	31.850	127.400
Pumpengruppe	4	Stück	8.465	33.860
Regelung	1	Stück	6.000	6.000
Inbetriebnahme	1	Stück	1.900	1.900
Lieferung und Montage	15%			25.374
Planung	10%			16.916
Gesamtkosten Wärmeauskopplung				211.450
Redundanz (9,8 MW)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gas-Brennwertkessel, 2,3 MW, 6 bar & modulierender Brenner	3	Stück	67.000	201.000
Abgaswärmetauscher	3	Stück	17.000	51.000
Neutralisationsanlage	3	Stück	5.000	15.000
Pumpe u. Beimischeinrichtung	3	Stück	8.000	24.000
Gas-Brennwertkessel, 2,9 MW, 6 bar & modulierender Brenner	1	Stück	72.000	72.000
Abgaswärmetauscher	1	Stück	17.000	17.000
Neutralisationsanlage	1	Stück	5.000	5.000
Pumpe u. Beimischeinrichtung	1	Stück	10.000	10.000
Lieferung und Montage	15%			59.250
Planung	10%			39.500
Gesamtkosten Redundanz				493.750
Rohrnetzkosten				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Rohrleitung	18.909	m	185	3.491.269
Förderung Netz (MAP)	18.359	m	80	-1.000.000
Gesamtkosten Rohrnetz				2.491.269,40
Bauliche Maßnahmen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gebäude	1	Stück	100.000	100.000
Gesamtbaukosten				100.000
Hausübergabestationen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
HÜ + WW-Speicher	791	Stück	6.401	5.062.963
Förderung HÜ (MAP)	791	Stück	1.800	-1.423.800
Gesamtkosten Hausübergabestationen				3.639.163
Unvorhergesehenes				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Zwischensumme				6.935.633
Unvorhergesehenes	5%			346.782
Investitionskosten				7.282.414

Tabelle 6-11: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 3 (Komplettversorgung Insheim)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Nutzungsdauer [a]	Betrag [€/a]
Wärmeauskopplung	211.450	20	15.559
Gaskessel	493.750	20	36.331
Rohrnetz	2.838.051	25	181.669
Bauliche Maßnahmen	100.000	30	5.783
Hausübergabestationen	3.639.163	25	232.950
Zinssatz	4,00%		
Kapitalkosten gesamt	7.282.414		472.292
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Nutzwärmeenergie	18.661.083	kWh/a	
ausgekoppelte Energie	23.384.815	kWh/a	
Temperaturanhebung (10 K, 90 d)	3.425.339		
Reservebetrieb (10 d, Volllast)	2.363.097		
Kosten Erdgas	0,058	€/kWh	335.632
Pumpenstrom (0,8%)	187.079	kWh/a	
Kosten Strom	0,18	€/kWh	33.768
Verbrauchskosten gesamt			369.400
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Instandhaltung Wärmetauscher	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	2.115
Instandhaltung Gaskessel	1,50%	bezogen auf Investitionskosten	7.406
Instandhaltung Netz	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	28.381
Instandhaltung Bauliche Maßnahmen	0,88%	bezogen auf Investitionskosten	880
Instandhaltung Hausübergabestationen	1,30%	bezogen auf Investitionskosten	47.309
spezifische Personalkosten	35	€/h	
Personalkosten	53	h/a	1.855
Betriebskosten gesamt			87.945

Zwischensumme			929.638
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	50.977
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	46.482
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	27.889
Gewinnrücklage des Betreibers/Investors	10,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	92.964
sonstige Kosten gesamt			218.312
Jahreskosten			1.147.950
Erlöse aus Stromerzeugung			
Bezeichnung	Menge	Bezug [€/kWh]	Betrag [€/a]
ausgekoppelte Wärme	23.384.815		
gekoppelt erzeugter Strom	9.399.753	0,03	281.993
Jahresterträge			281.993
Jahreskosten abzgl. Erträge netto			865.957
spez. WEK netto		€/kWh	0,05
spez. WEK brutto		€/kWh	0,06

Tabelle 6-12: Investitionskosten Variante 4a (Teilversorgung Insheim und Rohrbach)

Wärmeauskopplung				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Wärmetauscher, 2,5 MW	3	Stück	31.850	95.550
Pumpengruppe	3	Stück	8.465	25.395
Regelung	1	Stück	6.000	6.000
Inbetriebnahme	1	Stück	1.900	1.900
Lieferung und Montage	15%			19.327
Planung	10%			12.885
Gesamtkosten Wärmeauskopplung				161.056
Redundanz (5,8 MW)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gas-Brennwertkessel, 2,3 MW, 6 bar & modulierender Brenner	0	Stück	67.000	0
Abgaswärmetauscher	0	Stück	17.000	0
Neutralisationsanlage	0	Stück	5.000	0
Pumpe u. Beimischeinrichtung	0	Stück	8.000	0
Gas-Brennwertkessel, 2,9 MW, 6 bar & modulierender Brenner	2	Stück	72.000	144.000
Abgaswärmetauscher	2	Stück	17.000	34.000
Neutralisationsanlage	2	Stück	5.000	10.000
Pumpe u. Beimischeinrichtung	2	Stück	10.000	20.000
Lieferung und Montage	15%			31.200
Planung	10%			20.800
Gesamtkosten Redundanz				260.000
Rohrnetzkosten				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Rohrleitung	13.926	m	312	4.346.108
Förderung Netz (MAP)	12.575	m	80	-1.000.000
Gesamtkosten Rohrnetz				3.346.108,04
Bauliche Maßnahmen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gebäude	1	Stück	100.000	100.000
Gesamtbaukosten				100.000
Hausübergabestationen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
HÜ + WW-Speicher	487	Stück	6.391	3.112.490
Förderung HÜ (MAP)	487	Stück	1.800	-876.600
Gesamtkosten Hausübergabestationen				2.235.890
Unvorhergesehenes				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Zwischensumme				6.103.054
Unvorhergesehenes	5%			305.153
Investitionskosten				6.408.207

Tabelle 6-13: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 4a (Teilversorgung Insheim und Rohrbach)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Nutzungsdauer [a]	Betrag [€/a]
Wärmeauskopplung	161.056	20	11.851
Gaskessel	260.000	20	19.131
Rohrnetz	3.651.261	25	233.724
Bauliche Maßnahmen	100.000	30	5.783
Hausübergabestationen	2.235.890	25	143.124
Zinssatz	4,00%		
Kapitalkosten gesamt	6.408.207		413.613
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Nutzwärmeenergie	10.506.232	kWh/a	
ausgekoppelte Energie	13.643.260	kWh/a	
Temperaturanhebung (10 K, 90 d)	1.095.472		
Reservebetrieb (10 d, Volllast)	1.378.687		
Kosten Erdgas	0,058	€/kWh	143.460
Pumpenstrom (0,8%)	109.146	kWh/a	
Kosten Strom	0,18	€/kWh	19.701
Verbrauchskosten gesamt			163.161
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Instandhaltung Wärmetauscher	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	1.611
Instandhaltung Gaskessel	1,50%	bezogen auf Investitionskosten	3.900
Instandhaltung Netz	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	36.513
Instandhaltung Bauliche Maßnahmen	0,88%	bezogen auf Investitionskosten	880
Instandhaltung Hausübergabestationen	1,30%	bezogen auf Investitionskosten	29.067
spezifische Personalkosten	35	€/h	
Personalkosten	53	h/a	1.855
Betriebskosten gesamt			73.825

Zwischensumme			650.599
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	44.857
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	32.530
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	19.518
Gewinnrücklage des Betreibers/Investors	10,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	65.060
sonstige Kosten gesamt			161.965
Jahreskosten			812.564
Erlöse aus Stromerzeugung			
Bezeichnung	Menge	Bezug [€/kWh]	Betrag [€/a]
ausgekoppelte Wärme	13.643.260		
gekoppelt erzeugter Strom	5.484.041	0,03	164.521
Jahresterträge			164.521
Jahreskosten abzgl. Erträge netto			648.043
spez. WEK netto		€/kWh	0,06
spez. WEK brutto		€/kWh	0,07

Tabelle 6-14: Investitionskosten Variante 4 (Komplettversorgung Insheim und Rohrbach)

Wärmeauskopplung				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Wärmetauscher, 2,5 MW	4	Stück	31.850	127.400
Pumpengruppe	7	Stück	8.465	59.255
Regelung	1	Stück	10.000	10.000
Inbetriebnahme	1	Stück	2.200	2.200
Lieferung und Montage	15%			29.828
Planung	10%			19.886
Gesamtkosten Wärmeauskopplung				248.569
Redundanz (17,3 MW)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gas-Brennwertkessel, 2,3 MW, 6 bar & modulierender Brenner		Stück	67.000	0
Abgaswärmetauscher		Stück	17.000	0
Neutralisationsanlage		Stück	5.000	0
Pumpe u. Beimischeinrichtung		Stück	8.000	0
Gas-Brennwertkessel, 2,9 MW, 6 bar & modulierender Brenner	6	Stück	72.000	432.000
Abgaswärmetauscher	6	Stück	17.000	102.000
Neutralisationsanlage	6	Stück	5.000	30.000
Pumpe u. Beimischeinrichtung	6	Stück	10.000	60.000
Lieferung und Montage	15%			93.600
Planung	10%			62.400
Gesamtkosten Redundanz				780.000
Rohrnetzkosten				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Rohrleitung	34.124	m	252	8.609.000
Förderung Netz (MAP)	33.574	m	80	-1.000.000
Gesamtkosten Rohrnetz				7.609.000,14
Bauliche Maßnahmen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Gebäude	1	Stück	120.000	120.000
Gesamtbaukosten				120.000
Hausübergabestationen				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
HÜ + WW-Speicher	1.375	Stück	6.392	8.789.463
Förderung HÜ (MAP)	1.375	Stück	1.800	-2.475.000
Gesamtkosten Hausübergabestationen				6.314.463
Unvorhergesehenes				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Zwischensumme				15.072.032
Unvorhergesehenes	5%			753.602
Investitionskosten				15.825.634

Tabelle 6-15: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 4 (Komplettversorgung Insheim und Rohrbach)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Nutzungsdauer [a]	Betrag [€/a]
Wärmeauskopplung	248.569	20	18.290
Gaskessel	780.000	20	57.394
Rohrnetz	8.362.602	25	535.307
Bauliche Maßnahmen	120.000	30	6.940
Hausübergabestationen	6.314.463	25	404.201
Zinssatz	4,00%		
Kapitalkosten gesamt	15.825.634		1.022.131
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Nutzwärmeenergie	32.455.604	kWh/a	
ausgekoppelte Energie	41.092.801	kWh/a	
Temperaturanhebung (10 K, 90 d)	5.461.002		
Reservebetrieb (10 d, Volllast)	4.152.536		
Gasanteil Dez - Feb	3.641.106		
Kosten Erdgas	0,058	€/kWh	768.547
Pumpenstrom (0,8%)	328.742	kWh/a	
Kosten Strom	0,18	€/kWh	59.339
Verbrauchskosten gesamt			827.886
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Instandhaltung Wärmetauscher	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	2.486
Instandhaltung Gaskessel	1,50%	bezogen auf Investitionskosten	11.700
Instandhaltung Netz	1,00%	bezogen auf Investitionskosten	83.626
Instandhaltung Bauliche Maßnahmen	0,88%	bezogen auf Investitionskosten	1.056
Instandhaltung Hausübergabestationen	1,30%	bezogen auf Investitionskosten	82.088
spezifische Personalkosten	35	€/h	
Personalkosten	53	h/a	1.855
Betriebskosten gesamt			182.811

Zwischensumme			2.032.828
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	110.779
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	101.641
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	60.985
Gewinnrücklage des Betreibers/Investors	10,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	203.283
sonstige Kosten gesamt			476.688
Jahreskosten			2.509.516
Erlöse aus Stromerzeugung			
Bezeichnung	Menge	Bezug [€/kWh]	Betrag [€/a]
ausgekoppelte Wärme	41.092.801		
gekoppelt erzeugter Strom	16.517.649	0,03	495.529
Jahresterträge			495.529
Jahreskosten abzgl. Erträge netto			2.013.987
spez. WEK netto		€/kWh	0,06
spez. WEK brutto		€/kWh	0,07

Tabelle 6-16: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 5a (Einzelversorgung Gas und ST im Neubau)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Bezug	Betrag [€/a]
Heizungsanlage	17.196	20 Jahre	1.135
Zinssatz	2,80%		
Kapitalkosten gesamt			1.135
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Endenergie	12.373	kWh/a	
Wärmeenergiebedarf	13.101	kWh/a	
davon aus Gaskessel (85%)	11.135,53	kWh/a	
davon aus Solarthermie (15%)	1.965,09	kWh/a	
spez Kosten Erdgas	0,072	€/kWh	896
spezifische Stromkosten	0,21	€/kWh	
Hilfsenergie	0,0	kWh	19
Verbrauchskosten gesamt			914
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Wartung und Instandhaltung	1,9%	bezogen auf die Investitionskosten	327
Kaminfeger		pauschal	35
Betriebskosten gesamt			362
Zwischensumme			2.411
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,15%	bezogen auf die Gesamtinvestition	26
sonstige Kosten gesamt			26
Jahreskosten brutto			2.436
spez. WEK brutto			0,19

Tabelle 6-17: Wirtschaftlichkeitsabschätzung Variante 5b (Einzelversorgung Gas mit bestehender Heizungsanlage)

Kapitalkosten			
Bezeichnung	Invest [€]	Bezug	Betrag [€/a]
Heizungsanlage		20 Jahre	0
Zinssatz	3,00%		
Kapitalkosten gesamt			0
Verbrauchskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Endenergie	28.484	kWh/a	
Wärmeenergiebedarf	24.211	kWh/a	
spez. Kosten Erdgas	0,072	€/kWh	2.062
spezifische Stromkosten	0,21	€/kWh	
Hilfsenergie	0,7	kWh/m²*a	23
Verbrauchskosten gesamt			2.086
Betriebskosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Wartung und Instandhaltung Kessel	1,9%	bezogen auf die Investitionskosten	190
Kaminfeger		pauschal	35
Betriebskosten gesamt			225
Zwischensumme			2.311
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Menge	Bezug	Betrag [€/a]
Versicherung	0,15%	bezogen auf die Gesamtinvestition	26
sonstige Kosten gesamt			26
Jahreskosten brutto			2.336
spez. WEK brutto			0,10