

## **Grenzkosten für eine Fernwärmerversorgung im Vergleich zu anderen Energieträgern**

Dr. phil. Ing. L. Kumer, Wien/A

### **Zusammenfassung:**

Wird in Konkurrenz zu einer bestehenden Erdgasversorgung Fernwärme angeboten, so muß sich der Tarif an den Kosten der Wärmerversorgung mit Erdgas orientieren. Für einen konkreten Kraftwerksstandort werden die Kosten der Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser aus Erdgas bestimmt und daraus für einen breiten Bereich der Anschlußleistungen, ein für den Endverbraucher wirtschaftlicher Fernwärmetarif abgeleitet.

### **1. Ausgangssituation für die Erweiterung einer Fernwärmerversorgung**

Die Verbundkraft, ein Unternehmen des österreichischen Verbundkonzerns ist Betreibergesellschaft von zwei Wärmekraftwerken im Nahbereich von Wien. Das Kraftwerk Korneuburg mit der elektrischen Leistung von 285 MW aus einer Kondensationssturbinne wurde 1975 in Betrieb genommen und diente der Verbund als Ersatz für fehlende Wasserkraftleistung im Winter, während einer Trockenperiode im Sommer und als Reserve für den Ausfall anderer kalorischer Kraftwerke im Verbundnetz. Als Brennstoff wird im Normalbetrieb Erdgas eingesetzt, in Ausnahmefällen kann auch Heizöl verfeuert werden. Ausgekoppelte Wärme aus dem Kraftwerk wird einem Heißwassersystem zugeführt, das den Wärmebedarf des Kraftwerkes deckt und darüber hinaus eine Nahwärmerversorgung (ein nahegelegenes Bad der Stadtgemeinde, eine Wohnsiedlung und ein Hotel) mit Wärme bedient, wobei die Summe dieser Anschlußleistungen bei ca. 2 MW liegt.

In der zehntausend Einwohner zählenden Stadt erfolgte der kostengünstigere und für die Gemeinde profitablere Ausbau der Erdgasversorgung, womit heute etwa 60 % der Gebäu-

de beheizt werden, die Fernwärme deckt mit nur ca. 3 % den geringsten Teil der Wärmeversorgung. Das gegenüber früher gestiegene Bewußtsein über Umweltschutz und effizienten Energieeinsatz haben sowohl die Stadtgemeinde Kornreuburg als auch die Verbundkraft als Betreibergesellschaft des Kraftwerkes veranlaßt, die Möglichkeit des Fernwärmeausbaues zu erwägen.

Eine Studie dazu weist vor allem die Neubaugebiete am Rande der Stadt als FW-Versorgungsgebiete aus, womit auch die Gemeinde einverstanden ist, da in diesem Fall das bestehende Gasgeschäft nicht wesentlich eingeschränkt wird. Die Abschätzungen zur Wirtschaftlichkeit ergeben eine Rentabilität des Fernwärmeausbaus bei einer Summe der Wärmeanschlußleistungen von rd. 20 MW.

Da die Fernwärme in Konkurrenz und somit zu denselben Kosten für den Kunden wie Erdgas angeboten werden soll, war die Aufgabenstellung für unser Unternehmen gegeben: einen Fernwärmetarif für Neukunden festzulegen, der sich an den derzeitigen Kosten der Wärmeversorgung mit Erdgas orientiert.

## 2. Entwurf von Fernwärme-Tarifmodellen

Die Kosten der Wärmeerzeugung (Heizung und Warmwasser) mit Erdgas für den Endverbraucher setzen sich zusammen aus:

- Erdgastarif abzüglich ggf. Mengenrabatt (S/Nm<sup>3</sup>)
- Maßpreis (S/a)
- Kosten des Heizkessels samt Rauchgaszug und Installation; Reinvestition nach 20 a
- Kosten für Wartung, Überprüfung und Reparatur

Die Kosten der Fernwärme errechnen sich aus:

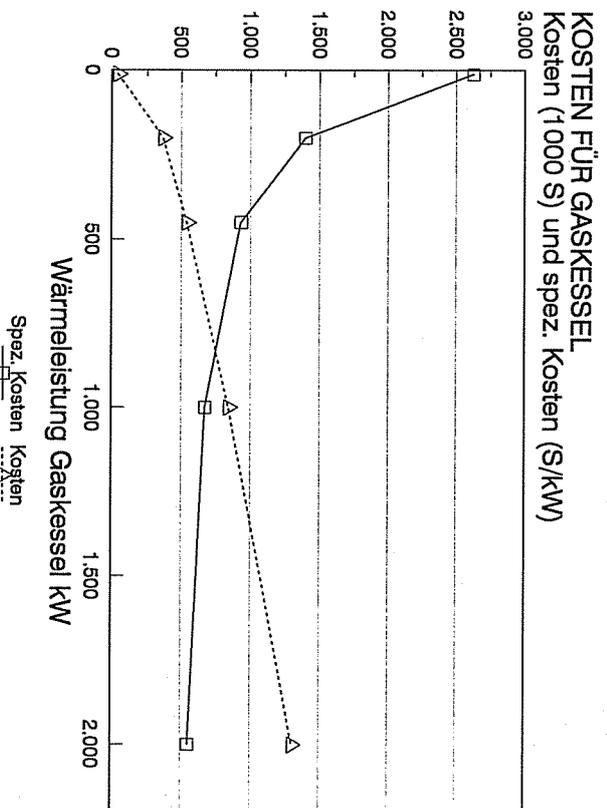
- Wärmetarif (S/kWh)
- Leistungstarif (S/a; S/kWh), ggf. Maßpreis (S/a).

Die einmaligen Kosten für den Hausanschluß sind für beide Heizungsarten etwa gleich hoch. Da sie einem Neukunden gesondert verrechnet werden, können sie in dieser Vergleichsrechnung außer Betracht bleiben.

Die zu versorgenden Wärmekunden sind sowohl Bewohner kleinerer Einfamilienhäuser als auch großer mehrgeschossiger Wohnsiedlungen, so daß insbesondere ein unterschiedlicher Wärmeleistungsbedarf im Bereich von 12 kW bis zu rd. 2 MW bei der Tarifgestaltung berücksichtigt werden muß. Daher sind weitere Annahmen zu treffen, die wesentlich von der Leistungsgröße der Wärmeversorgung abhängig sind:

- Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung in einem Gaskessel (75-85 %)
- Maßpreis (bei Erdgas) 70 - 200 S/a (12 kW - 2 MW)
- Gaspreistrabatt (5 % bei 2 MW)
- Kosten der Wartung (1000 - 4000 S/a), Reparaturkosten (500 - 1800 S/a).

Neben dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung in einem Gaskessel ist vor allem die Degression der spezifischen Investkosten des Gaskessels mit der Leistung von Bedeutung:



Gemäß den Preisauskünften bei Anlagenbauern vermindern sich die spezifischen Investkosten für die Lieferung und Montage eines Gashelzkessels, inklusive elektrischer und mechanischer Regelungsrichtungen und Rauchgaszug, um den Faktor ca. 10 für Gaskessel mit sehr großer Leistung (2 MW).

Der wesentliche Unterschied in der Tarifstruktur der beiden Heizungsarten liegt darin, daß bei den Kosten für Fernwärme ca. 1/3 als Grund- oder Leistungspreis (S/a, S/kW) und 2/3 als Arbeits- oder eigentlicher Wärmepreis (S/kWh) zu bezahlen sind. Die Gasversorgung in Österreich verrechnet jedoch nur einen Arbeitspreis, d.h. der Grundpreis entfällt. Zur Ermittlung von FW-Tarifen in Anlehnung an die Erzeugungskosten von Wärme aus Erdgas muß daher auch eine Annahme über den zu erwartenden jährlichen Wärmeverbrauch gemacht werden. Dazu kann für Wohnungen und Einfamilienhäuser entweder von Erfahrungswerten aus dem Versorgungsgebiet oder von den in den VDI-Richtlinien 2067, Blatt 2 empfohlenen Berechnungsverfahren ausgegangen werden. Auf Basis der regionalen Heizgradtagzahlen in den Winter- resp. Sommermonaten und unter Annahme einiger sonstiger für den Verbrauch maßgeblicher Parameter (Wärmedämmung, Heizungsgewohnheiten, u.a.;  $f=0,57$ ) wurden die sogenannten Vollbenutzungsstunden mit ca. 1500 h/a berechnet, die mit dem Erfahrungswert der bestehenden FW-Versorgung in Kornuburg gut übereinstimmen. Die Verbrauchswerte zur Berechnung der FW-Tarife für Wohnbauten werden daher mit 1,5 MWh/a pro 1 kW FW-Leistung angenommen.

Eine vergleichende Berechnung der Kosten für die Wärmeerzeugung erfolgt mittels Tabellenkalkulation, durch Variation von Arbeits- und/oder Grundpreis für Fernwärme, wie im folgendem beispielhaft für ein Mehrfamilienhaus mit 450 kW Wärmeleistungsbedarf dargestellt ist:

| <b>GASKOSTEN</b>   |            |                         |       |
|--------------------|------------|-------------------------|-------|
| Nutzungsgrad       |            | 77,2%                   |       |
| Leistung Gaskessel |            | 583 kW                  |       |
| Wärmebedarf        | 1500 Vbh/a | 675000 kWh/a            |       |
| Heizw. von Erdgas  |            | 9,6 kWh/m <sup>3</sup>  |       |
| Gasverbrauch       |            | 91078 m <sup>3</sup> /a |       |
| Grundpreis         |            | 0 S/kW                  | 0 S/a |

|                      |  |                       |            |
|----------------------|--|-----------------------|------------|
| Arbeitspreis (Tarif) |  | 4,25 S/m <sup>3</sup> |            |
| Rabatt               |  | 1,50%                 | 381277 S/a |
| Meißpreis            |  | 125 S/a               | 125 S/a    |

#### FERNWÄRMEKOSTEN

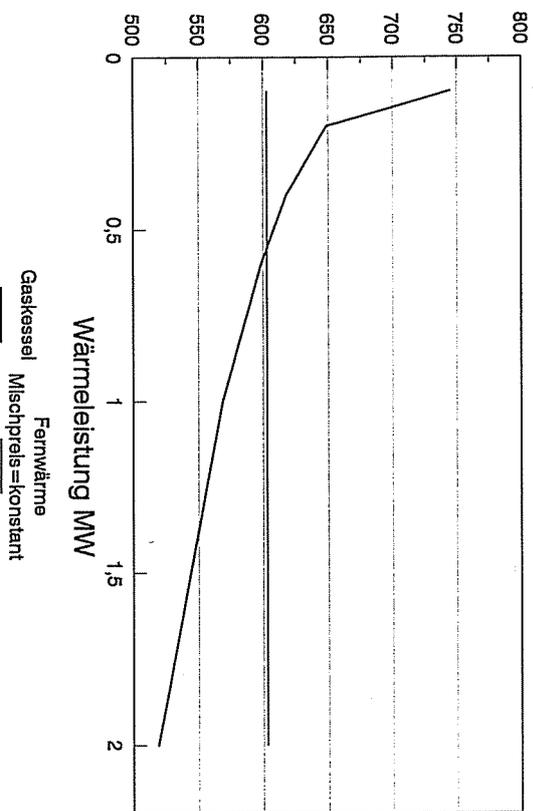
|              |        |          |            |
|--------------|--------|----------|------------|
| Grundpreis   | 450 kW | 165 S/kW | 74250 S/a  |
| Arbeitspreis |        | 50 g/kWh | 337500 S/a |
| Messpreis    |        | 0 S/a    | 0 S/a      |

#### VERGLEICHSRECHNUNG

|                       | KOSTEN der Gasversg. | KOSTEN der FW-Versorgung |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| Grundpreis            | 0 S/a                | 74250 S/a                |
| Arbeitspreis          | 381277 S/a           | 337500 S/a               |
| Messpreis             | 125 S/a              | 0 S/a                    |
| Service und Wartung   | 1700 S/a             | enth. S/a                |
| Rauchfangkehrer       | 380 S/a              | n. erf. S/a              |
| Überprüfung           | 250 S/a              | n. erf. S/a              |
| Laufende Repar.       | 800 S/a              | enth. S/a                |
| Investitionskosten    | 544000 S             |                          |
| Reinvestition n. 20 a | 27200 S/a            | n. erf. S/a              |
| Entstörung, Unvorh.   | ? S/a                | enth. S/a                |
| Jahreskosten          | 411792 S/a           | 411750 S/a               |
| Wärmekosten           | 0,610 S/kWh          | 0,610 S/kWh              |

Für die verschiedenen Wärme-Leistungsgrößen 12 kW bis 2 MW ergeben sich stark differierende Kosten der Wärmeerzeugung, die im Bereich von rd. 750 S/MWh bis 520 S/MWh liegen:

## KOSTEN DER WÄRMEEERZEUGUNG



Die obige Abbildung stellt diesen Zusammenhang grafisch dar. Ein einfaches Tarifsystem für Fernwärme, etwa mit einem konstanten Leistungstarif von 230 S/kW und Arbeitstarif von 450 S/MWh, kann selbstverständlich keinen zufriedenstellenden Angleich an die Kosten der Erdgas-Wärmeerzeugung über den gesamten Leistungsbereich ergeben.

### 3. Das Rechenprogramm „OPAL“

OPAL (Optimale Anschlusslänge) ist ein Programm von Fichtner Development Engineering in Stuttgart zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit eines einzelnen Fernwärmeanschlusses. Der Wirtschaftlichkeitsnachweis wird im Rahmen der vor Ort gegebenen Rahmenbedingungen, d. s.

- Erzeugungsanlage, -kosten
- Leistungs- und Wärmebedarf
- Kosten der Leitungsverlegung, Objektferrnung

- Leitungsverluste
- Förderungsbeitrag
- u.a.

sowie eines Tarfsystems durchgeführt.

Die Dateneingabe steht in Kommunikation mit Stammdaten, die individuell den Gegebenheiten angepaßt werden können. Zudem wird der Mischwärmepreis auf Basis der in den Stammdaten definierten Tarifzonen berechnet und das ist der entscheidende Ansatzpunkt zur Anwendung von OPAL: bei vorgegebenen Mischwärmepreisen, jedoch unterschiedlichen Werten des Wärmebedarfs und der Anschlussleistung, wird das Tarifsystm so variiert, daß sich ein möglichst guter Angleich an die vorgegebenen Mischpreise (aus der Erdgas-Wärmeerzeugung) ergibt.

In Umkehrung der üblichen Anwendung von OPAL werden Tarifsystme entwickelt, welche die Werte, die sonst die Ergebnisse der Rechnung sind, nämlich die nun vorgegebenen Mischwärmepreise, möglichst gut angleichen.

### 4. Das Tarifsystm in „OPAL“

Dazu sind für den Leistungs- und den Arbeitstarife 3 Zonen in den Stammdaten vorgesehen (Beispiel):

| Leistungsgebiete     | Tarife    |
|----------------------|-----------|
| Zone 1<br>... bis kW | 7500 S/a  |
| Zone 2<br>300        | 180 S/kW  |
| Zone 3<br>>300       | 50 "      |
| Arbeitsbereiche      |           |
| ... bis MWh/a        |           |
| Zone 1<br>150        | 620 S/MWh |
| Zone 2<br>1500       | 530 "     |
| Zone 3<br>>1500      | 500 "     |

Es können die Bereiche für Arbeit und Leistung der drei Zonen verändert werden und/oder die Tarife.

Der Leistungstarif von Zone 1 ist ein Sockeltarif. Die Erlöse der Zonen 2 und 3 werden den Erlösen der jeweils vorhergehenden Zonen mit dem Differenzbetrag der Leistung resp. Arbeit, zu den Erlösen der jeweils vorhergehenden Zone addiert.

### 5. Ergebnisse

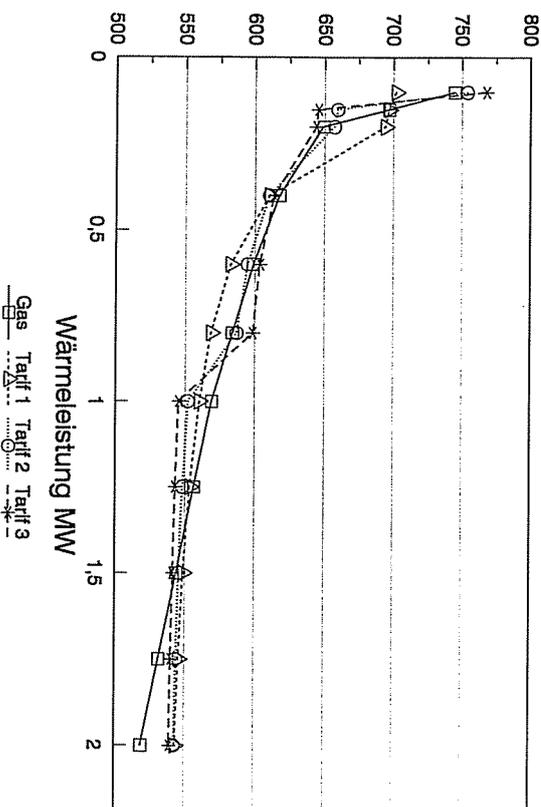
Im konkreten Fall wurde eine geeignete Wahl der Arbeits- und Leistungsbereiche getroffen und es wurden sodann die Tarife derart variiert, so daß sich ein Angleich an die Kosten der Erdgas-Wärmeerzeugung ergibt.

Als Ergebnisse werden im folgenden drei Tarifsysteime vorgestellt:

| Leistungstarif | Erdgas  |         |           |
|----------------|---------|---------|-----------|
|                | Tarif 1 | Tarif 2 | Tarif 3   |
| bis ... kW     |         |         |           |
| 30             | 6900    | 10700   | 7500      |
| 300            | 230     | 280     | 180       |
| > 300          | 230     | 40      | 50        |
|                |         |         | 125 S/kW  |
|                |         |         | 7500 S/a  |
|                |         |         | 210 S/kW  |
|                |         |         | 125 S/kW  |
| bis ...        |         |         |           |
| MWh/a          |         |         |           |
| 150            | 450     | 500     | 620       |
| 1500           | 450     | 500     | 530       |
| > 1500         | 450     | 500     | 500       |
|                |         |         | 620 S/MWh |
|                |         |         | 500 S/MWh |
|                |         |         | 450 S/MWh |

Tarif 1 ... Arbeitstarif = konstant  
 Tarif 2 ... Leistungstarif = stark variabel  
 Tarif 3 ... Arbeitstarif = stark variabel

### KOSTEN DER WÄRME IM VERGLEICH ZU ERDGAS Mischpreis S/MWh



Ein zufriedenstellendes Ergebnis ist jener Angleich, bei dem der Leistungstarif stark, der Arbeitstarif hingegen moderat variiert wird.

### 6. Abdeckung der Investitionen aus dem Leistungsrisiko

Der „ideale“ Tarif für Fernwärme sollte mit dem Leistungsrisiko die Fixkosten, d. s. im wesentlichen die Investitionen, und mit dem Arbeitspreis die variablen Kosten der Wärmeerzeugung abdecken. Bei den üblichen Tarifstrukturen werden hingegen meist weniger als 1/3 mit dem Leistungspreis erfüllt. Dem gegenüber sind ca. 2/3 der Wärmeerzeugungskosten Fixkosten (Kapitalkosten).

In Kornaußburg muß die Fernwärme in Konkurrenz zur bestehenden Gasversorgung angeboten werden. Da der Erdgasstarif keinen Leistungspreis beinhaltet - indirekt existiert der Leistungspreis durch die jedenfalls anfallenden Kosten der Investition resp. Reinvestition eines Gaskessels - stellen die berechneten FW-Tarifmodelle eine hinreichend gute Annäherung an die Kosten der Wärmeerzeugung aus Erdgas für den Endverbraucher dar. Zudem ist festzustellen, daß die errechneten FW-Tarife mit anderen FW-Preisen in Österreich gut vergleichbar sind.