

Neue Heizkraftwerke für Rußland - aber wie?

Gasversorgung und vorhandenes Fernwärmesystem Voraussetzung für neue Kraftwerksprojekte

Von Hans-Peter Kaluza, Essen, Vladimir A. Malafeev, Moskau, und Winfried Schuricht, Chemnitz *)

Die meisten russischen Heizkraftwerke sind nicht mehr auf dem neuesten Stand der Technik. Deshalb werden in allen großen Städten Konzepte für den Ersatz oder Neubau der bestehenden Systeme entworfen. Die Steag AG, Essen, hat gemeinsam mit russischen Experten im Auftrag von Tacis und Rao »EES Rossii« verschiedene Objekte hinsichtlich der Finanzierbarkeit und der technischen Ausgestaltung geprüft. Die Untersuchungen zeigen, daß bereits bei den gegenwärtigen Energiepreisen (Stand August 1998) kommerzielle Kraftwerksprojekte finanzierbar und wirtschaftlich sind, wenn zwei Voraussetzungen vorliegen: eine Gasversorgung für das Kraftwerk und ein geeignetes Fernwärmesystem. Einige Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen, insbesondere zu wirtschaftlichen Fragen, werden von den Autoren vorgetragen und diskutiert.

Summary of the report

New CHP plants for Russia - but how? Gas supply and existing district heat network are preconditions for new power plants

Most Russian cogeneration plants are not of the newest state of technology. Therefore in all major cities, new concepts are developed to replace or reconstruct the existing systems. Together with Russian experts, the Steag AG, Essen, has examined various projects with regards to financing and technical feasibility. As a first phase of the study the current realistic energy demand for each region and a reliable heat supply of the cities in question were calculated. The limitation to the actual demand values lead to a decrease in size of the power plants in the first reconstruction phase.

As a second step, the location, the fuel supply and the internal structure of the power plants were examined. From this resulted two new solution possibilities which were compared with the original Russian solution varieties with respect to the economical efficiency of the plants.

*) Dipl.-Ing., MBA H.-P. Kaluza, Steag AG, Essen, Cand. of Technical Sciences V. A. Malafeev, President of Association Union of Heat Suppliers, Moskau und Dr.-Ing. W. Schuricht, GEF Chemnitz mbH.

Energy- and heat prices

In order to examine the economical efficiency of a power plant, it was necessary to calculate the profit from the sale of energy and heat.

The market price for power from the supra-regional Russian network is relatively low due to the low capital service for the existing generation plants. Therefore it is difficult for modern power plants with a high capital service to be competitive in this market as long as the power output of the old plants is sufficient. Because of the industrial regression, this is not likely to change in the near future. Only when the industrial production increases, the demand for power will rise and the construction of new power plants to include new heating plants will become necessary.

For the economical efficiency of a new power plant the extraction of heat into an existing district heat network can be decisive. One should be able to assume 30 to 50 % of the final consumer price to be the profit for the power generation industry. This amount would be available as an additional contribution for the new power plant.

The division of the fuel consumption necessary to calculate prices for power and heat for the coupled generation of power and heat in Russia is done by a fixed method based on the law of thermo dynamics which does not take any market economical requirements into consideration.

This method has been confirmed by the ministry of economy of the Russian Federation. This regulation can lead to economical disadvantages for the energy supply industry as well as for the consumer, because a fixed division of fuel costs for the calculation of prices can lead to energy- and heat prices which would not be sensible from the market economical point of view.

Fuel costs

The prices for fuel differ locally. Coal and masut lie in the range of the world market prices. Power plant gas presently costs 60 US \$/(1,000 Nm³) at 8,000 kcal/Nm³ and is definitely the favorite fuel, because for this fuel the investments costs for new plants are the lowest. However not every Russian city is supplied with gas.

The example of Archangelsk

Figures 3 and 4 represent an analysis of the consumption development for power and heat in Archangelsk.

Originally a nuclear power plant outside the city limits of Archangelsk was planned. It was supposed to be powered by electricity and intended to supply a certain district heat area. In 1994 the decision was passed to build a gas and steam power plant with a total electrical capacity of 500 MW and a thermal output of 690 Gcal/h (to include peak boilers).

The original solution was compared to two new varieties with combined heat and power. These showed a lower range of performance and different generation amounts (figure 5) as well as significantly lower investment costs (figure 6). Figure 6 shows by what amount the original solution would have missed the real conditions. For the new solutions a different location inside the city limits was suggested in order to save expenses in many areas.

Under consideration of the Russian energy prices and the investment costs, an commercially efficient operation under market economical conditions can only be reached with the construction of a base load power plant with an annual operation time of 5,000 or more peak load hours. For this however, a combined operation with no intermediate phases between the old (medium and peak load) and the new power plant (base load) would be necessary. The investment to modernize the heating network in order to realize the combined operation would also have to be taken into consideration for the study of commercial efficiency.

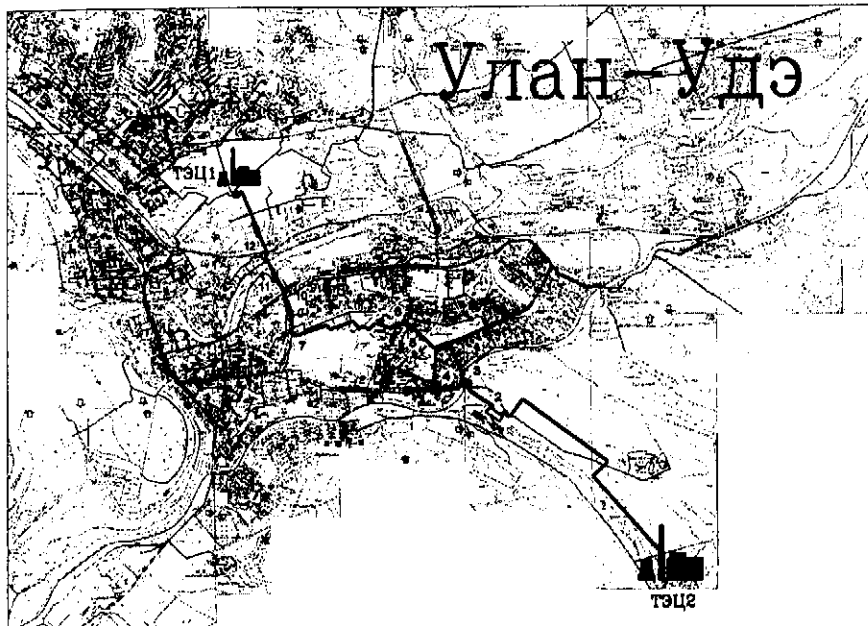


Figure 1. District heating concept in Ulan-Ude. A combined operation of the CHP plants is possible due to a transmission pipeline between these plants

Bild 1. Fernwärmekonzept Verbundbetrieb HKW 2/ HKW 1 in Ulan-Ude mit Magistraltrasse und Parameteranpassungsstationen

As the study of commercial efficiency has shown, the variety »gas turbine and waste-heat-boiler« is the most efficient, because only a small amount of capital is necessary. The price for the heat ex works lies significantly lower than market price for heat at the consumer. Thus the necessary space for the operation of the heating network and the business profit is given. A realization of the heating plant TEC3 however, is only possible if a reliably gas supply can be ensured. But the gas connection of Archangelsk is planned for the year 2001.

Summary

The studies in Archangelsk and other Russian cities have shown that even for the present energy prices (as of August 1998) commercial power plant projects can be financed and are economical as long as two conditions can be met: a gas supply of the power plant and a suitable district heat network. With gas for fuel the investment costs for the power generation are the lowest and the extraction of district heat is an additional investment amount.

1 Vorgehensweise

Die meisten russischen Heizkraftwerke sind nicht mehr auf dem neuesten Stand der Technik. Deshalb wer-

den in allen großen Städten Konzepte für den Ersatz oder Neubau der bestehenden Systeme entworfen. In allen Städten, die in die Untersuchungen der Steag AG, Essen, einbezogen wurden, waren technische Konzepte für den Ersatz oder Neubau der bestehenden Systeme vorhanden. Diese entsprachen den russischen Standards, wobei die Leistung für Strom und Wärme für zusätzlichen Bedarf ausgelegt wurde.

Im ersten Abschnitt der Untersuchungen wurde der gegenwärtig realistische Strombedarfs für die jeweilige Region und die gesicherte Wärmeabnahme der betreffenden Stadt ermittelt. Die Beschränkung auf die tatsächlichen Bedarfswerte führte bei allen Projekten zu einer deutlichen Verringerung der Kraftwerksgröße im ersten Ausbauschritt. So wurde die Kraftwerksgröße auf den vorhandenen Markt für Wärme und Strom abgestimmt.

In einem zweiten Schritt wurde der Standort, die Brennstoffbereitstellung und die interne Kraftwerksstruktur überprüft. Hieraus ergaben sich neue Lösungsvarianten, die mit den russischen Ursprungsvarianten in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen verglichen wurden. Diese neuen Lösungen sind jeweils von den örtlichen Gegebenheiten abhängig.

Um eine Finanzierung der Anlagen sicherzustellen, wurden die neuen Kraftwerke jeweils für den Grundlastbetrieb (> 5 000 Vollaststunden) konzi-

piert. Dies bedeutet, daß ein Verbundbetrieb zwischen dem neuen Kraftwerk und den vorhandenen Altanlagen, die zur Abdeckung der Mittel- und Spitzenlast eingesetzt werden, aufgebaut werden muß. Der Verbundbetrieb wird durch eine magistrale Verbindungstrasse mit verschiedenen Druck- und Temperaturanpassungsstationen realisiert. Dadurch kann eine vollständige Modernisierung des Heiznetzes vermieden werden. Dies wäre aus finanziellen Gründen nicht realisierbar. In Ulan-Ude ist die Magistralleitung DN 1 000 und größer zwischen den Kraftwerken TEC1 und TEC2 bereits zum großen Teil ausgebaut (Bild 1). Die angenommene Auslastung des Systems mit der Berücksichtigung des neuen Konzepts zum Ausbau des Kraftwerks TEC2 ist in Bild 2 dargestellt.

2 Strom- und Wärmepreise

Zur Betrachtung der Wirtschaftlichkeit eines neuen Kraftwerks mit Wärmeauskopplung und einer anteiligen Fremdfinanzierung war es notwendig, die Einnahmen aus dem Verkauf von Strom und Wärme zu ermitteln.

Der Strompreis wird durch den Markt bestimmt und ist unabhängig von den entstehenden Kosten im Kraftwerk. So kann ein neues Kraftwerk nicht wirtschaftlich betrieben werden, wenn der Preis für den erzeugten Strom wesentlich höher ist als der Preis, der für den Strombezug aus dem überregionalen Netz zu bezahlen ist. Das politische Argument einer energiewirtschaftlichen Selbständigkeit der Regionen ist zwar verständlich; dies muß der Verbraucher jedoch mit einem höheren Strompreis bezahlen. Der Marktpreis für Strom aus dem überregionalen russischen Netz ist aufgrund des geringen Kapitaldienstes für die vorhandenen Erzeugungsanlagen relativ niedrig. Somit ist es für moderne umweltgerechte Kraftwerke mit hohem Kapitaldienst schwer, in diesem Markt konkurrenzfähig zu sein, solange das vorhandene Stromangebot der Altanlagen ausreichend ist. Infolge des industriellen Rückgangs wird sich dies in nächster Zeit nicht ändern. Erst bei einem Anstieg der Industrieproduktion wird die Stromnachfrage zunehmen und den Bau neuer Kraftwerke einschließlich neuer Heizkraftwerke erfordern.

Für die Wirtschaftlichkeit eines neuen Kraftwerks kann die Wärmeauskopplung in ein bestehendes großes Fernwärmenetz entscheidend sein. Aber auch hier richtet sich der Wärmepreis nach dem Markt und nicht nach

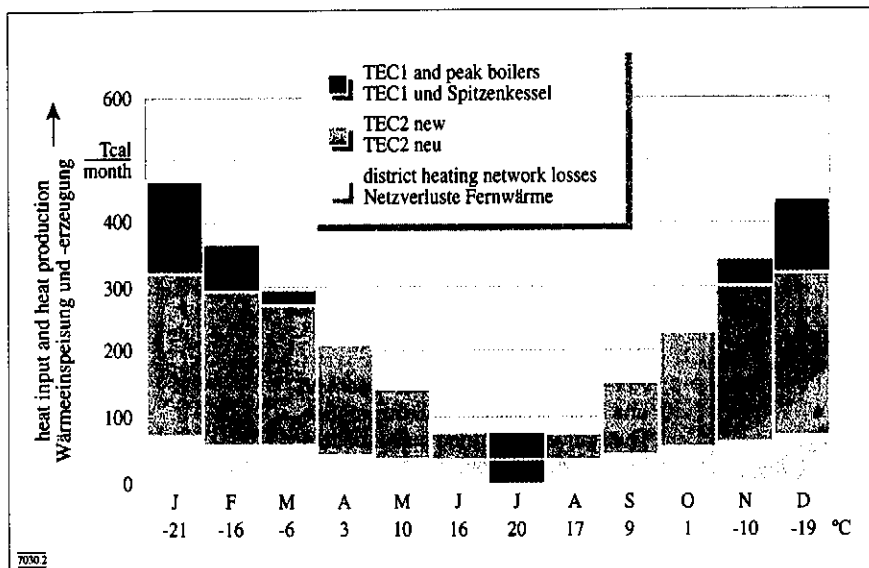


Figure 2. Heat input to the district heating network in Ulan-Ude and heat production in TEC2 (new), TEC1 and peak boilers

Bild 2. Wärmeeinspeisung in das Fernwärmenetz in Ulan-Ude und Wärmeerzeugung in TEC2 (neu), TEC1 und Spitzenkessel¹⁾

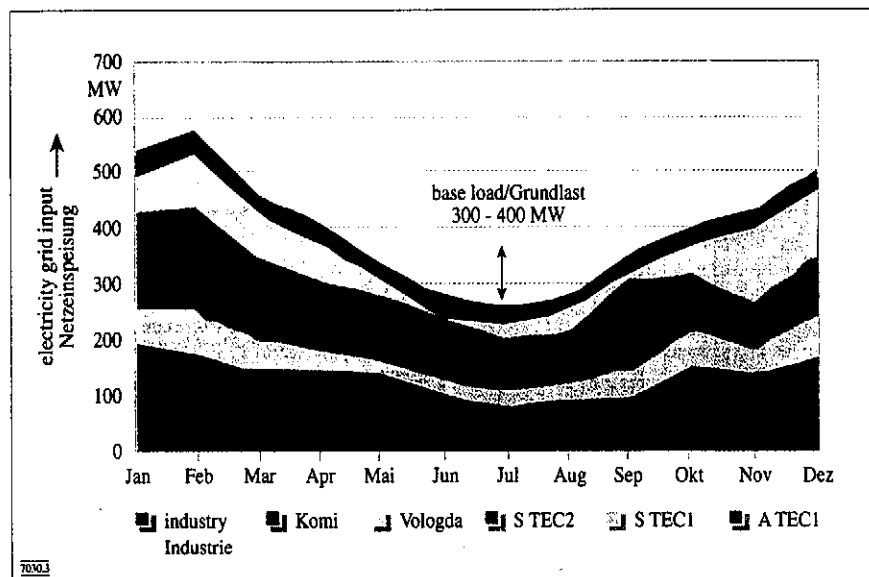


Figure 3. Annual load duration curve of the electricity network input in the Archangelsk region 1996

Bild 3. Jahresgang der Stromnetzeinspeisung in der Region Archangelsk 1996

den Kosten, die nach einem festgelegten Modus zwischen Strom und Wärme aufgeteilt werden. Auf dieser Grundlage kann davon ausgegangen werden, daß ein langfristiger Wärmeabsatz sichergestellt ist. Der Wärmepreis, den der Endverbraucher zahlt und der als Marktpreis abgeschätzt werden kann,

ist auf alle Bereiche aufzuteilen. Für den Erzeugungsbereich mit Schnittstelle Kraftwerksgrenze sollten dabei 30 bis 50 % des Endverbraucherpreises angenommen werden. Dieser Betrag steht als zusätzlicher Deckungsbeitrag für das neue Kraftwerk zur Verfügung.

Es darf nicht übersehen werden, daß ein prinzipieller Unterschied bei der Preisbildung für Strom und Wärme zwischen Ländern mit entwickelter Marktwirtschaft und Rußland besteht.

In Rußland erfolgt die Aufteilung des Brennstoffverbrauchs für die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme nach einer festgelegten Methode, die auf den Gesetzen der Thermodynamik beruht und keine marktwirtschaftlichen Bedürfnisse berücksichtigt. Dies spiegelt sich auch in den Strom- und Wärmepreisen wieder. Die Methodik ist vom Wirtschaftsministerium der Russischen Föderation bestätigt. Dadurch beeinflusst der Staat die Tätigkeiten der Energieversorgungsunternehmen, weil er dies bei der Regulierung natürlicher Monopole für erforderlich hält. Diese Regulierung kann jedoch sowohl für die Energieversorgungsunternehmen als auch für den Verbraucher zu wirtschaftlichen Nachteilen führen, da die starre Aufteilung der Brennstoffkosten zur Preisbildung zu Strom- und Wärmepreisen führen kann, die unter marktwirtschaftlichen Verhältnissen nicht sinnvoll sind. Dies wird sich, wenn auch differenziert, nachteilig für die Entwicklung auf dem Strom- und Wärmemarkt auswirken (z.B. hinsichtlich neuer Investitionen).

Die Entwicklung der Strom- und Wärmepreise in Rußland für die Industrie und die Bevölkerung hinsichtlich des absoluten Betrages und der Strukturierung der Tarife ist gegenwärtig nicht überschaubar. Eine Unterteilung in einen Leistungs- und Arbeitspreis ist zwar grundsätzlich zu empfehlen; bei fehlenden Meßgeräten und wenn die benötigte und bestellte Leistung im Winter nicht geliefert werden kann, ist jedoch die Veränderung der Tarifstruktur nicht das vorrangige Ziel. Von der allgemeinen wirtschaftlichen Lage in der Russischen Föderation wird es abhängen, wie sich die Zahlungsbereitschaft von Industrie und Bevölkerung verbessern wird.

3 Brennstoffpreise

Die Brennstoffkosten stellen nach den Kapitalkosten den größten Kostenblock bei den jährlichen Gesamtkosten dar. Die Brennstoffpreise sind örtlich verschieden. Kohle und Masut liegen im Bereich der Weltmarktpreise. Kraftwerksgas kostet zur Zeit 60 US\$/ (1 000 Nm³) bei 8 000 kcal/Nm³ und ist eindeutig der favorisierte Brennstoff, da bei diesem Brennstoff die Investitionskosten für Neuanlagen am geringsten sind. Ein Gasversorgungsnetz ist jedoch nicht in allen russischen Städten vorhanden. Großstädte mit Fernwärmesystemen auf Kohlebasis, z.B. in sibirischen Regionen, benötigen für den Ersatz oder Neubau von Kraftwerken somit einen höheren spezifischen Kapitalbedarf.

¹⁾ In Rußland wird generell Wärmeleistung in Gcal/h (entspricht 1,163 MW) und Wärmearbeit in Gcal (entspricht 1,163 MWh) angegeben.

4 Beispiel Archangelsk

4.1 Ermittlung realistischer Strom- und Wärmeverbräuche

Eine Analyse der Verbrauchsentwicklung für Strom und Wärme in Archangelsk ist in Bild 3 und 4 dargestellt. Es wurde ein gesicherter Strombedarf von 3 000 GWh/a angenommen. Der Fremdstrombezug erfolgt aus den Regionen Komi und Vologda. Die elektrische Grundlast beträgt rd. 300 MW. Im Fernwärmebereich kann ein optimistisches (hoch) und ein pessimistisches (tief) Szenario ermittelt werden. Das neue Kraftwerk TEC2 sollte eine thermische Kapazität von rd. 300 Gcal/h aufweisen. Das TEC1 wird mit dem relativ teuren Brennstoff Masut betrieben und ist aufgrund des Alters der Anlage sehr reparaturanfällig. Es besteht ein Defizit in der Wärmeversorgung.

4.2 Standort, Brennstoff, interne Kraftwerksstruktur

Ursprünglich war ein Kernkraftwerk außerhalb der Stadt Archangelsk geplant. Es sollte stromorientiert betrieben werden und ein zugeordnetes Fernwärmegebiet versorgen. 1994 erfolgte ein Erlaß zum Bau eines gasgefeuerten GuD-Kraftwerkes mit 2 Blöcken und einer gesamten elektrischen Leistung von 500 MW und einer thermischen Leistung von 690 Gcal/h (einschließlich Spitzenkessel). Der Standort wurde beibehalten. Zum Zeitpunkt der Untersuchung im Jahr 1997 lag der Baufortschritt aufgrund von Finanzierungsschwierigkeiten bei weniger als 5%. Der Gasanschluß für Archangelsk ist erst für 2001 geplant.

Der ursprünglichen Lösung wurden zwei neue Varianten mit Kraft-Wärme-Kopplung gegenübergestellt. Diese weisen geringere Leistungswerte und veränderte Erzeugungsmengen (Bild 5) sowie wesentlich geringere Investitionskosten (Bild 6) auf. Bild 6 zeigt, in welchem Maße die ursprüngliche Lösung die realen Verhältnisse verfehlt hätte. Für die neuen Varianten wurde ein anderer Standort innerhalb der Stadt vorgeschlagen, um in vielen Bereichen Kosten sparen zu können.

4.3 Grundlastfahrweise

Unter Berücksichtigung der russischen Energiepreise und der Investitionskosten kann ein wirtschaftlicher Betrieb unter marktwirtschaftlichen Bedingungen nur mit der Errichtung eines Grundlastkraftwerkes mit einer jährlichen Betriebszeit von 5 000 und mehr

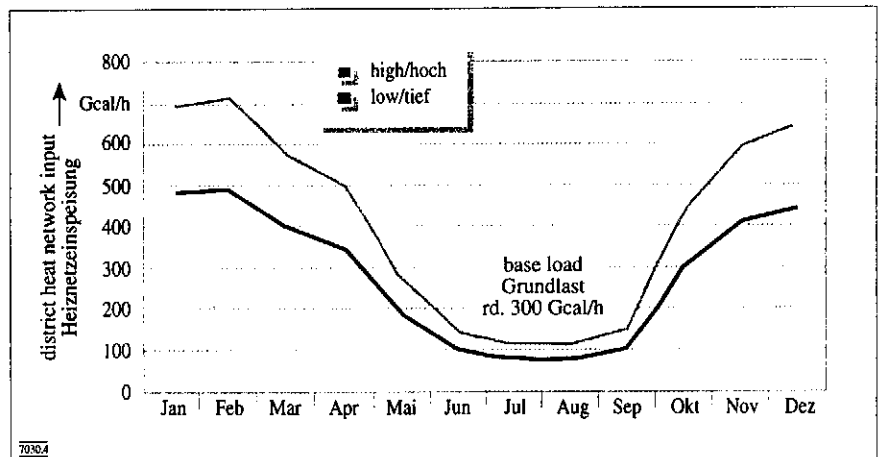


Figure 4. Consumption scenarios of the district heating market in Archangelsk (average value of the district heating network input per day)

Bild 4. Verbrauchsszenarien des Fernwärmemarktes in der Stadt Archangelsk (Tagesmittelwerte der Heiznetzeinspeisung)

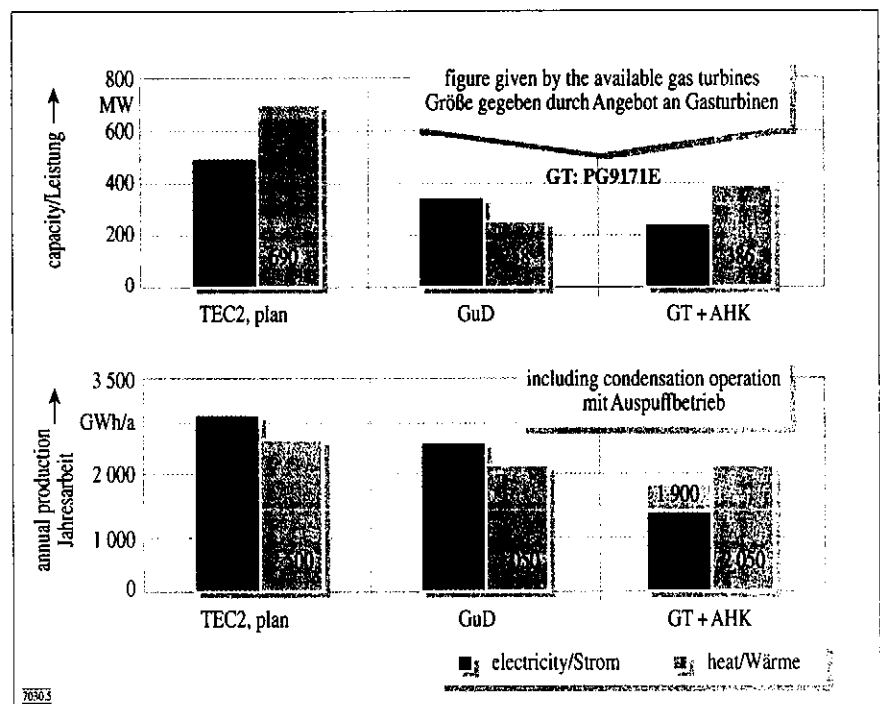


Figure 5. Different scenarios for TEC2 in Archangelsk (capacity and annual production figures; the low scenario of the district heating market is applied)

Bild 5. Unterschiedliche Varianten für das Heizkraftwerk TEC2 in Archangelsk (Leistungswerte und Jahresarbeit; für den Fernwärmemarkt wurde das »low« Szenario angenommen)

Vollaststunden realisiert werden. Dieses Konzept setzt besondere Bedingungen der Fernwärmeabnahme aus dem Heiznetz voraus, die in Rußland so nicht üblich sind. Es gelang jedoch, eine geeignete technische Lösung für die speziellen Bedingungen in Archangelsk zu finden und rechnerisch nachzuweisen. Die Investitionen zur Modernisierung des Heiznetzes, die zur Realisierung eines stufenlosen Verbundbetriebs zwischen dem alten und neuen HKW nötig sind, müssen ebenfalls in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden.

gelsk zu finden und rechnerisch nachzuweisen. Die Investitionen zur Modernisierung des Heiznetzes, die zur Realisierung eines stufenlosen Verbundbetriebs zwischen dem alten und neuen HKW nötig sind, müssen ebenfalls in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden.

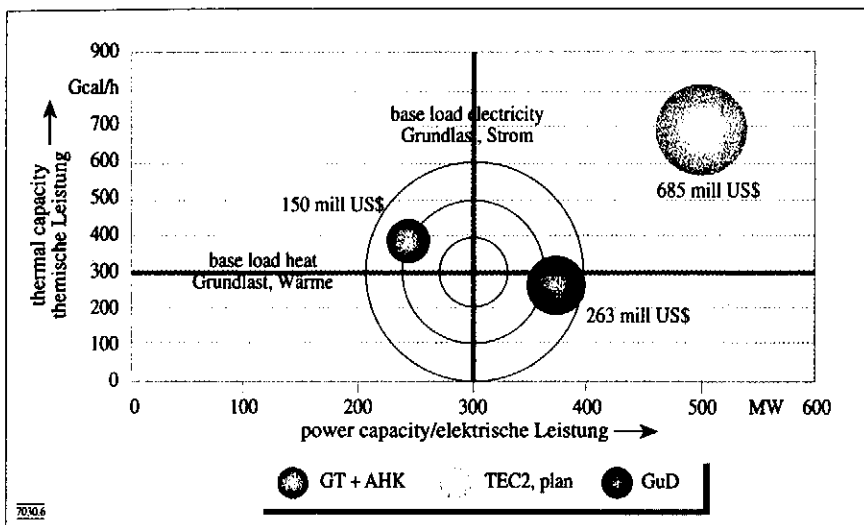


Figure 6. Comparison of the investment costs and comparison of the base load/planned capacity for each scenario

Bild 6. Investitionsvergleich und Vergleich Grundlast/geplante Leistung für die untersuchten Varianten

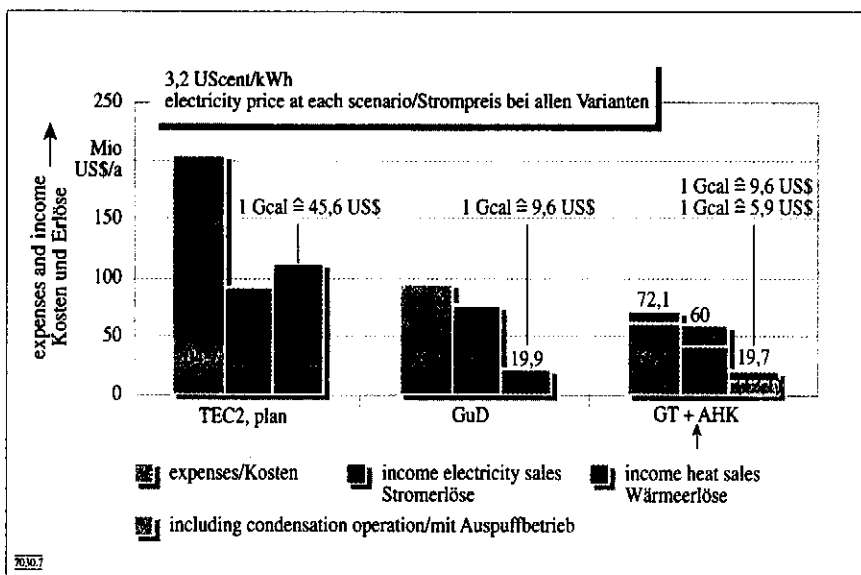


Figure 7. Determination of the best case for TEC2 Archangelsk if an unique average electricity price is applied

Bild 7. Bestimmung der günstigsten Variante für TEC2 Archangelsk bei der Annahme eines einheitlichen mittleren Strompreises

4.4 Bestimmung der günstigsten Variante

Für alle drei Varianten wurde aus den Kapitalkosten, den sonstigen Betriebskosten und den Steuern die Gesamtkosten ermittelt. Diesen Kosten steht als erster Deckungsbeitrag der Erlös aus dem Stromverkauf gegenüber, der sich aus der absetzbaren Strommenge und dem marktüblichen Strompreis errechnet (Bild 7). Aus der Differenz ergeben sich als zweiter Deckungsbeitrag die Wärmeerlöse, mit denen der spezifische Wärmepreis ab Kraftwerk bestimmt werden kann. Der spezifische Wärmepreis wurde schließlich zur Bewertung der einzelnen Anlagenvarianten herangezogen.

Für die Bedingungen in Archangelsk ist die Variante »Gasturbine (GT) und Abhitzeessel (AHK)« am günstigsten, da dabei der geringste Kapitalbedarf nötig ist. Der Wärmepreis für diese Variante ab Kraftwerk liegt deutlich unter dem marktüblichen Wärmepreis beim Kunden. Damit ist der notwendige Freiraum für den Heiznetzbetrieb und Unternehmensgewinne gegeben.

4.5 Mögliche Realisierung

Eine Realisierung des Heizkraftwerkes TEC2 ist nur bei einer gesicherten Gasversorgung möglich, die jedoch noch nicht realisiert ist. Dadurch konnten bis zu diesem Zeitpunkt nur Vorgespräche und noch keine konkreten Verhandlungen zur Realisierung dieses Projekts geführt werden.

5 Resümee

Untersuchungen in Archangelsk und in anderen russischen Städte haben gezeigt, daß bereits bei den gegenwärtigen Energiepreisen (Stand August 1998) kommerzielle Kraftwerksprojekte finanzierbar und wirtschaftlich sind, wenn zwei Voraussetzungen vorliegen: eine Gasversorgung des Kraftwerkes und ein geeignetes Fernwärmesystem. Mit Gas als Brennstoff sind die Investitionskosten für die Energieumwandlung am günstigsten, und die Fernwärmeauskopplung liefert einen zusätzlichen Deckungsbeitrag. (7030)

Anzeige

Probleme, Fragen, Antworten? www.energy-world.de

Im Energy-Guide finden Sie die Kontakte, die Sie brauchen.