

Umbau des Heizkraftwerkes Sopron mit einer Gasturbine

Dr. phil. Ing. Ludwig Kumer,
Verbund, Wien
Abteilung Wärmekraftwerkstechnik

Ing. László Papp
Édász, Győr
Leiter der Abteilung Kraftwerkskontrolle

Zusammenfassung

Vom Heizkraftwerk Sopron werden die Industriebetriebe der Stadt und zirka 3000 Wohnungen versorgt. Das Heizkraftwerk besteht aus sechs Kesseln mit zusammen rund 130 MW sowie drei Gegendruckdampfturbinen von insgesamt 8,5 MW. Die zwei ältesten Kessel, welche noch mit Kohle befeuert wurden, werden demontiert und an ihrer Stelle ist die Erweiterung des Heizkraftwerkes mit einer Gasturbine von zirka 10 MW mit nachgeschaltetem Abhitzekessel geplant. Die anderen vier Kessel werden wie bisher mit Erdgas resp. Erdöl befeuert. Derart wird die Heizwasser- und Prozeßdampfherzeugung erhalten, wobei die Stromerzeugung auf ein Vielfaches erhöht werden kann.

Es werden Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit mehrerer Gasturbinentypen und Konzepte angestellt. Die Investitionen für den Ersatz der beiden Kohlekessel durch den Abhitzekessel der Gasturbine können z. B. in einem Finanzierungsmodell zur Gänze aus dem Erlös der Stromerzeugung finanziert werden. Durch den Zubau einer oder mehrerer Gasturbinen zum bestehenden Heizkraftwerk ergeben sich sowohl für die Strom- wie auch für die Wärmeerzeugung quantifizierbare ökonomische Vorteile. Die maschinelle und elektrische Einbindung der neuen Kraftwerksanlagen kann innerhalb der Revisionsperiode erfolgen, so daß der Umbau ohne Einschränkung des laufenden Heizkraftwerkbetriebes erfolgen wird.

Auf Grund der ökologischen Vorteile dieses Umbauprojekts und im Hinblick auf die geographische Lage von Sopron wurden die Planungsleistungen aus Mitteln des Ökofonds gefördert.

1. Einleitung

Neben den traditionellen kulturellen Kontakten der Österreicher mit ihren ungarischen Nachbarn, deren Wurzeln noch in der Monarchie zu sehen sind,

hat insbesondere die österreichische Elektrizitätswirtschaft partnerschaftliche Beziehungen zur MVM Rt, jenem Unternehmen, welches für die Stromverteilung und den Stromhandel in Ungarn verantwortlich ist. Die Stromerzeugung erfolgt in einzelnen regionalen Tochtergesellschaften der MVM Rt, die Kraftwerke und Heizkraftwerke betreiben. Die Betreibergesellschaft im westungarischen Raum Édász (Stromversorgungsunternehmen, Transdanubius Nord) besitzt ein Heizkraftwerk in Sopron, welches die Wärmeversorgung von Industriebetrieben der Stadt und von Wohnhausanlagen durchführt.

Sopron war früher bei Österreich, und erst die Volksabstimmung im Jahr 1921 hatte zur Folge, daß diese Stadt nun bei Ungarn ist und seither von der österreichischen Grenze geradezu umschlossen wird.

Die österreichische Bundesregierung unterstützt Maßnahmen zur Verbesserung des Umweltschutzes in den benachbarten ehemaligen Ostblockstaaten.

Auf Grund der exponierten geographischen Lage von Sopron kommt jede dort realisierte Maßnahme zur Reduktion der Luftschadstoffe unmittelbar auch Österreich zugute.

Die an die Verbundplan, ein Planungsunternehmen der österreichischen Elektrizitätswirtschaft, herangetragene Aufgabenstellung war:

- Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades des Heizkraftwerkes Sopron,
- Verminderung der Luftschadstoffemissionen,
- Finanzierung aus dem Erlös eines zusätzlichen Stromverkaufs und der Energieeinsparung.

2. Beschreibung der Anlage

Die Wärmeabgabe erfolgt für die industriellen Abnehmer auf den Druckstufen 7 und 3,6 bar durch Druckreduk-

tion des Kesseldrucks (31 bar) oder durch Kraft-Wärme-Kopplung bei gleichzeitiger Stromerzeugung. Das Fernwärmenetz für Heizzwecke wird mit 130/80 Grad Celsius betrieben. Der energetische Wirkungsgrad der Fernwärmeversorgung ist wegen der niedrigen Dampfparameter und wegen der überwiegend direkten Wärme-erzeugung ohne Kraft-Wärme-Kopplung niedrig.

Das Heizkraftwerk besteht aus sechs Kesseln mit zusammen rund 130 Megawatt/th sowie drei Gegendruckdampfturbinen. Die zwei ältesten Kessel (2 x 11,8 MW), welche ehemals mit Braunkohle und später mit Steinkohle befeuert wurden, sollen durch neue Kessel ersetzt werden. Es bietet sich aber auch der Ersatz durch eine Gasturbine mit nachgeschaltetem Abhitze-kessel an, so daß neben der Wärme-erzeugung wie bisher von rund 650 TJ/a Strom erzeugt werden kann.

Die verbleibenden drei Kessel + ein Hilfskessel werden mit Gas oder Erdöl befeuert: 2 x 25,7 MW, 1 x 37,9 MW und ein Hilfskessel mit 10 MW. Alle Dampfkessel arbeiten auf eine gemeinsame 31-bar-Sammelschiene, von welcher aus drei Dampfturbinen (insgesamt 8,5 MW-e) betrieben werden (siehe Abb. 1).

3. Randbedingungen der Planung

Bezüglich der Gasturbinengröße liegt man mit unter 15 MW elektrischer Leistung unter jenem in Ungarn derzeit festgelegten Grenzwert, ab dem eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorgeschrieben ist (50 MW/th, 20 MW/e). Da es sich weiters um eine Neuerung bestehender Kesselanlagen handelt, wird mit keinen Schwierigkeiten bei der Genehmigung gerechnet.

Eine weitere Vorgabe der Planung war, daß die Gasturbinen und der Abhitze-kessel auf dem Areal der von den beiden zu erneuernden Kessel untergebracht werden kann. Die Arbeiten werden während des laufenden Betriebes durchgeführt und die maschinen-technische und elektrotechnische Einbindung kann während der Revisionsphase im Sommer 1996 erfolgen.

Eine voraussichtliche Ausweitung des zukünftigen Wärmebedarfs in Sopron ist mittelfristig nicht zu erwarten und wird daher nicht berücksichtigt. Für den Zubau einer weiteren Gasturbine mit Abhitze-kessel am Gelände des Heizkraftwerkes wäre jedoch gegebenenfalls Platz vorhanden.

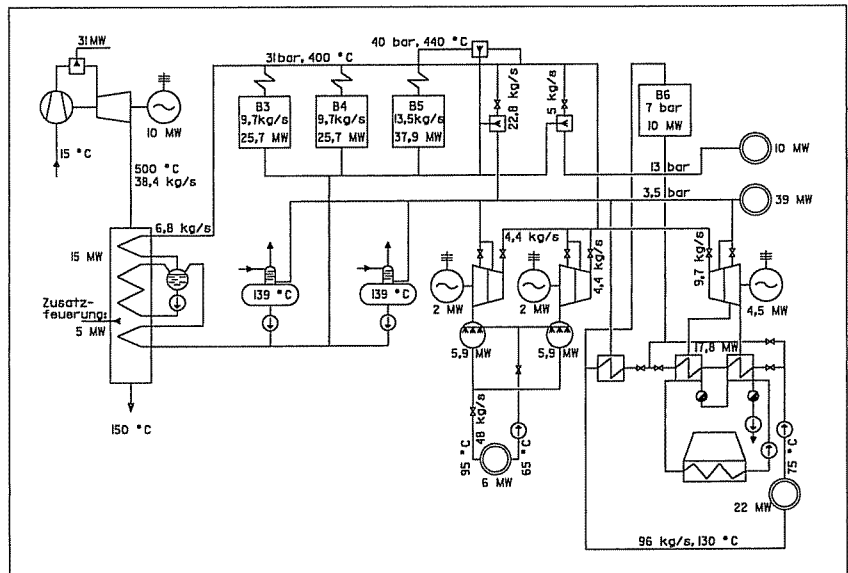


Abb. 1: Vereinfachte Wärmeschaltung des Kraftwerkes Sopron

Die elektrische Energie wird durch den Ausbau von einem Feld im 10-kV-Sammelschienensystem abgeleitet. Die Umformung auf 120 kV erfolgt im Umspannwerk Sopron-Ost.

Zur Versorgung mit Erdgas: 3200 Nm³/h, 25 bar gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Hochdruckringleitung von der Erdgasübergabestation um die Stadt und Verlegung einer Abzweigleitung zum Heizkraftwerk.
- Benutzung des vorhandenen Verteilnetzes der Stadt (6 bar), was die Druckerhöhung vor Gasturbine erforderlich macht.

Unter Berücksichtigung von Sicherheitskriterien, der Aufnahmefähigkeit des bestehenden Gasleitungssystems und von wirtschaftlichen Kriterien wird die Variante b) realisiert.

Bei der Komponentenauswahl wurde auf

- größtmögliche Energienutzung,
- leichte Regelbarkeit,
- problemlose Einbindung in die vorhandenen maschinellen und elektrischen Systeme des Heizkraftwerkes

Wert gelegt.

Die Planung und Gasturbinenauswahl erfolgte 1994, so daß nach Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit und Festlegungen über die Finanzierung des Projekts im Jahr 1995 mit den erforderlichen Vorarbeiten begonnen werden kann. Die Inbetriebnahme der Gasturbinenanlage ist für Ende 1996/Anfang 1997 vorgesehen, da von einer Bauzeit von zirka eineinhalb Jahren ausgegangen wird.

4. Bereitstellung der Wärme aus dem Abhitze-kessel der Gasturbine (GT)

Der maximale Wärmebedarf von rund 80 MW, davon zwei Drittel für die Industrie, ein Drittel für Wohnungen, wird durch die folgenden Versorgungseinheiten bereitgestellt:

- Abhitze-kessel der GT mit zirka 15 MW + 5 MW Zusatzfeuerung
- 1 x 37,9 MW eines Gas- oder Erdöl-kessels
- 1 x 25,7 MW eines Gas- oder Erdöl-kessels
- Reserve: 1 x 25,7 MW + 1 x 10 MW

Die nominelle Wärmeanschlußleistung beträgt zur Zeit 81,5 MW. Unter Berücksichtigung der Wärmenachfrage einzelner Verbraucher, die nicht immer gleichzeitig erfolgt, zeigt die Jahresdauerlinie einen maximalen Tagesmittelwert des Wärmebedarfs im Jahr 1993 von rund 52 MW. Während der Sommerperiode (zirka 4000 Stunden) liegt der Wärmeleistungsbedarf bei zirka 12 MW. Das Auslegungskonzept geht davon aus, daß im Sommer der Wärmebedarf im Abhitze-kessel der Gasturbine erzeugt werden kann, ohne daß zusätzlich ein Gaskessel in Betrieb sein muß. Damit wird der Großteil der Wärme-erzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung bereitgestellt. Die Gasturbine wird zirka 8000 Stunden p. a. in Betrieb sein.

Im Umbaukonzept wurde eine Gasturbine mit zirka 10 MW/e, ein Abhitze-kessel mit rund 15 MW/th und eine Zusatzfeuerung bis zu einer thermischen Gesamtleistung des Abhitze-kessels von rund 20 MW vorgesehen. Der

darüber hinausgehende Wärmeleistungsbedarf (20 bis 52 MW/th), welcher in zirka 4200 Stunden p. a. nachgefragt wird, erfordert den Einsatz zumindest eines der vorhandenen Gas-/Ölkessel. Die Zusatzfeuerung ermöglicht jedoch eine flexible Betriebsweise, sowohl während der täglichen Lastschwankungen wie auch während der saisonalen Lastveränderungen, so daß die Gasturbine und der Abhitzekessel meist im Vollastbereich betrieben werden, was zur maximalen Brennstoffausnutzung beiträgt.

5. Auswahl der Gasturbine

Gasturbinen der Leistungsgröße 10 MW werden von mehreren namhaften Lieferanten angeboten. Letztlich wurden jene Gasturbinen in die engere Wahl gezogen und nach wirtschaftlichen Kriterien miteinander verglichen, welche den erforderlichen Leistungskriterien entsprechen. Die technischen Daten (bei ISO-Bedingungen) sind:

- elektrischer Wirkungsgrad 32 bis 35 Prozent,
- Brennstoffnutzung (brutto) zirka 83 Prozent.

Die Leistungswerte nach ISO-Bedingungen wurden auf die Betriebsbedingungen umgerechnet.

Zur Erzielung des hohen Gesamtwirkungsgrades in einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozeß kommen Gasturbinen mit vergleichsweise niedrigem Verdichterdruckverhältnis und hoher Abgastemperatur in Betracht.

6. Investitionskosten

Die Gesamtkosten belaufen sich auf umgerechnet 200 bis 260 Millionen Schilling, wovon zirka 120 Millionen Schilling Aufwendungen sind, welche unabhängig von der Größe und dem Typ der Gasturbine sind. Dies sind z. B. die Gasversorgung, die Ableitung der elektrischen Energie, die Ertüchtigung der bestehenden Elektro- und Leittechnikanlagen, Kosten der Planung usw.

Auf die Investitionen entfallen ungarische Eigenleistungen von rund 60 Prozent. Importiert werden muß die Gasturbine, der Generator inklusive Montage, der Abhitzekessel und die Steuerungs- und Regeleinrichtungen.

7. Betriebskosten und Erlöse

Erdgas aus Rußland kann in Ungarn zur Zeit (1994) noch zu vergleichsweise

se niedrigen Preisen gekauft werden. Mittelfristig ist jedoch auf Grund der hohen inflationären Entwicklung mit einem Angleich an das westeuropäische Gaspreisniveau zu rechnen. Dasselbe trifft für die Personal- und Instandhaltungskosten zu.

Als konservative Annahme wurde in den Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit von einer jährlichen Steigerungsrate der Brennstoff- und Betriebskosten zwischen 20 bis 10 Prozent, fallend bis zum Jahr 2000, ab 2001 konstant mit 10 Prozent p. a. ausgegangen.

Die Endverbraucherpreise für Elektrizität und Fernwärme, das sind gleichzeitig die Erlöse des Heizkraftwerkes, liegen ebenfalls deutlich unter jenen der westeuropäischen Länder. Der Unterschied liegt in der Größenordnung von 50 Prozent.

Zu diesen Annahmen ist festzustellen:

- Importpreise für Erdgas haben im letzten Dezennium zwischen 20 Schilling/GJ bis 80 Schilling/GJ (1985) geschwankt und liegen zur Zeit bei zirka 30 Schilling/GJ. Dies läßt keine seriöse Prognose für den zukünftigen Erdgaspreis der nächsten zehn Jahre zu.
- Ein neues Stromgesetz in Ungarn von Mai 1994 legt erstmals kostendeckende Weltmarktpreise bei der Preisbildung für elektrische Energie ab dem Jahr 1997 fest.

8. Wirtschaftlichkeit

Die Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit des Gasturbinenprojekts beim Heizkraftwerk Sopron erfolgt nach zwei Methoden:

- dynamische Aufwands- und Ertragsrechnung,
- finanzielle Vorausschau für die Betreibergesellschaft des HKW unter Berücksichtigung verschiedener Finanzierungsmöglichkeiten.

Die Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit beziehen sich auf eine Zeit von nur zehn Jahren, 1995 bis 2004, jener Zeitraum, in dem auch die Neuinvestitionen abgeschrieben werden.

Eine Wirtschaftlichkeit der Investition ergibt sich selbst bei Fremdfinanzierung (8 Prozent p. a.) noch innerhalb von zehn Jahren. Dies insbesondere auf Grund

- der hohen Brennstoffausnutzung der Gasturbine/Abhitzekessel von rund 83 Prozent (brutto),
- die mittlere Brennstoffnutzung eines Jahres beträgt zirka 73 Prozent,

- die Einsatzzeit der gekoppelten Kraft-Wärme-Erzeugung beträgt 8000 Stunden p. a.

Die angenommenen hohen Preis- und Kostensteigerungen von anfangs bis zu 20 Prozent p. a. wirken sich wesentlich auf die Absolutwerte der Berechnungsergebnisse aus, beeinflussen aber die Rentabilität des Projekts nur unwesentlich, da wie oben erwähnt, die Betriebskosten in demselben Maß ansteigen wie die Erlöse aus dem Strom- und Wärmeverkauf.

Die Rentabilität vermindert sich bei Annahme einer geringeren als angenommenen Kosten- und Preisentwicklung, da sich in diesem Fall der Kapitaldienst anteilig stärker auswirkt.

9. Finanzierung des Umbauprojekts

Unter Berücksichtigung der Vorgabe, daß von Édász keine Eigenmittel für das Umbauprojekt aufgebracht werden können und daß sich das Projekt aus dem verkauften Strom, welcher zusätzlich von der Gasturbine erzeugt wird, finanziert werden soll, haben sich folgende Möglichkeiten ergeben:

- Stromexport von Ungarn nach Österreich. Es existieren bereits Verträge über den Stromtausch und über Stromlieferungen zwischen Ungarn und Österreich. Weiters wurde eine Hochspannungsgleichstromübertragung nach Ungarn im Jahr 1993 in Betrieb genommen, welche für weitere Stromtransite noch aufnahmefähig ist.
- Stromverkauf an die MVM Rt.

Im Rahmen eines Joint-venture zwischen einem ausländischen Investor und der Édász können bis zu 49 Prozent an der Betreibergesellschaft des HKW Sopron erworben werden. Eine Bewertung der bestehenden Anlagen des Heizkraftwerkes hat einen Wert ergeben, welcher in der Größenordnung der zu tätigenen Neuinvestitionen liegt. Die Finanzierung des Umbauprojekts könnte somit durch Beteiligung eines externen Investors an der Édász erfolgen.

10. Schlußbemerkungen

Bedingt durch die geographische Lage von Sopron hat Österreich an der Verminderung der von dieser Stadt ausgehenden Luftschadstoffemissionen ein vordergründiges Interesse. In Fortsetzung bisheriger Kooperationen zwischen der ungarischen und der österreichischen Elektrizitätswirtschaft

wurde eine Studie erstellt, in welcher die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen für einen Ersatz von zwei Kohlekesseln im Heizkraftwerk Sopron durch eine Gasturbine mit Abhitzeessel erhoben und ausgewertet wurden. Neben der technischen Machbarkeit konnte gezeigt werden, daß die Rentabilität des Umbaues binnen zehn Jahren gegeben ist. Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich auf Grund einer hohen Brennstoffausnutzung durch Kraft-

Wärme-Kopplung und des jahresdurchgängigen Einsatzes der Gasturbine. Die mit Fremdkapital finanzierten Investitionen lukrieren aus der Stromerzeugung der Gasturbine. Weitere Vorteile im Hinblick auf niedrige Investitionskosten ergeben sich aus der vorhandenen Infrastruktur des Heizkraftwerkes.

Die Kosten der Studie wurden vom österreichischen Ökofonds gefördert.