

Die seriegeschaltete Gasturbine im Heiz-Kraft-Werk

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG DER WÜRDE EINES
DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON
Werner Karrer
von Aesch, Kt. Baselland

Referent: Herr Prof. Dr. U. R. Ruegger

Korreferent: Herr Prof. H. Quiby



ZÜRICH 1950
DISSERTATIONSDRUCKEREI LEEMANN AG

KAPITEL IX

Schlußbemerkungen

Die Verwendung der Gasturbine in Dampfkraftwerken ist schon in früheren Zeiten in verschiedenen Formen angeregt worden. Auch die Serieschaltung in der Form der Verwendung der Abluft der Gasturbinen-Anlage als Brennluft eines Dampfkessels wurde schon von verschiedener Seite vorgeschlagen (L_1 , L_2).

Dagegen wurde die Verwendung der serriegeschalteten Gasturbinen-Anlage im *Heizkraftwerk* erst in neuerer Zeit zur Diskussion gestellt (L_3).

In vorliegender Arbeit wurde an Hand von Entropie- und Wärmefluß-Diagrammen gezeigt, daß bei gegebenem Nutzwärmebedarf mit Hilfe der Gasturbine bedeutende Leistungen zu Wirkungsgraden freigelegt werden können, welche über den Wirkungsgraden von selbständigen Wärmekraft-Anlagen liegen (Kapitel II und III).

Ein Vergleich mit Heizkraft-Anlagen beliebiger Art konnte auf Grund der η - μ -Diagramme und mit Hilfe des für alle Heizkraft-Anlagen gültigen „Leitfähigkeitsgesetzes“ gefunden werden (Kapitel IV).

Praktische Durchrechnungen (Kap. V) zeigen, daß tatsächlich mit Hilfe der Gasturbinen-Anlage die Leistung einer Gegendruck-Anlage um etwa $500 \div 1000$ KW pro 1 t/h verfeuerte Kohle erhöht werden kann, wobei die niedrigere Zahl ungefähr Wirkungsgrade von über 60%, die höhere Zahl solche von etwas über 40% ergibt*). Diese Zahlen entsprechen Leistungssteigerungen von etwa $50 \div 90\%$ der Gegendruck-Leistung.

Es ist zu bemerken, daß diese Vergleichszahlen für Gegendruck-Anlagen ohne Anzapf-Dampf-Speisewasser-Vorwärmung gelten, und daß Vergleiche mit letzteren etwa halb so große Leistungssteigerungen ergeben. Bei solchen Kombinationen mit stark forcierten Hochdruck-Gegendruck-Anlagen kann es vorteilhaft werden, im kombinierten Betrieb eine oder mehrere Anzapfungen zu

*) Bezogen auf die Gegendruck-Anlage als Grundanlage.

unterdrücken; ferner kann es oft von Nutzen sein, den Kompressor mit Kondensat- oder mit Frischwasser zu kühlen.

Über die praktische Verwirklichung der Serie-Kombination von Gasturbine und Heizkraftwerk kann somit im Detail kaum eine allgemeine Regel aufgestellt werden, da jeder Fall von Heizkraftwerk einer eigenen individuellen Behandlung hinsichtlich Schaltung, ökonomischem Dampf- und Luft-Druck, Speisewasser-Vorwärmung, Kompressorkühlung usw. bedarf.

Immerhin stehen prinzipiell stets zwei mögliche Lösungen offen, nämlich die Aufheizung der Druckluft durch die Kesselgase (Dampf-Luft-Anlagen) oder durch eine eigene, ölgefeuerte Gasturbinen-Brennkammer (Dampf-Gas-Anlage). Die Vor- und Nachteile der beiden Möglichkeiten sind in Kapitel VII behandelt.

Da die Leistung der Gasturbine im Heizkraftwerk zu ähnlich hohen Wirkungsgraden wie diejenige der Gegendruck-Dampfturbinen oder doch mindestens zu bedeutend höheren Wirkungsgraden, als diejenigen von selbständigen Wärmekraft-Anlagen erhalten wird, ist es in vielen Fällen gerechtfertigt, die Gasturbine zum Antriebe von Wärmepumpen zu verwenden (Kap. VIII). Je nachdem, wie groß man das zugeschaltete Gasturbinen-Wärmepumpen-Aggregat wählt, kann man die Nutzleistung oder die Nutzwärme eines gegebenen Heizkraftwerkes steigern, ohne dabei auf irgendwelche Zufuhr von Fremdenergie angewiesen zu sein. So ergeben sich beispielsweise für eine Gegendruck-Anlage mittleren Dampfdruckes Gratisleistungen von ca. 33% oder Gratis-Wärmemengen von ca. 20% derjenigen der Gegendruck-Anlage.

Die Anwendung der Gasturbine auf Heizkraftwerke braucht selbstverständlich nicht unbedingt der Ergänzung einer Gegendruck-Anlage zu dienen; jeder einfache Dampfkessel oder jede Feuerung beliebiger Natur bietet der Gasturbine die Gelegenheit einer hochwertigen Ausnützung ihrer relativ hohen Abgas-Wärmemengen.

Schätzen wir beispielsweise die für Raumheizung in der Schweiz benötigte Kalorienzahl auf 10×10^{12} Kcal/Jahr, was bei einer mittleren Heizzeit von 4000 Stunden pro Jahr $2,5 \times 10^9$ Kcal/h ergeben würde. Rechnen wir mit einem mittleren Heizwert der Kohle von 6500 Kcal/kg, so ergibt sich ein Kohlenverbrauch von 380 t Kohle/h.

Mit 500 ÷ 1000 KW/t/h Kohle würde das folgende Möglichkeiten ergeben:

190 000 KW Zusatzleistung zu einem Wirkungsgrad von über 60%

380 000 KW Zusatzleistung zu einem Wirkungsgrad von etwas über 40%

ca. 105 000 KW Gratisleistung durch ein Gasturbinen-Wärmepumpen-Aggregat

ca. 2×10^{12} Kcal/Jahr Gratiswärme durch ein Gasturbinen-Wärmepumpen-Aggregat.

Selbstverständlich ist die Erfassung dieser in viele Einzelheizungen zerfallenden Raumheizungs-Kalorien zum Zwecke der Leistungserzeugung nicht leicht; doch geben uns diese Zahlen immerhin einen Hinweis dafür, wieviel hochwertige Leistung bei richtiger Zusammenfassung der Wärmeverbrauchsstellen (Fernheizwerke) mit Hilfe der Gasturbine noch freigelegt werden könnte.

Die Gasturbine vermag daher sogar in der Schweiz neue Leistungsquellen zu erschließen, vielmehr aber noch in jenen Ländern, welche auf thermische Kraft angewiesen sind.

Ähnliche brachliegende Leistungserzeugungs-Möglichkeiten finden sich nicht nur auf dem Gebiete der Heizung, sondern in allen wärmeverbrauchenden Industrien, speziell in der chemischen Industrie, in der Textil-Industrie, Papier-Industrie usw.

Die Gasturbine scheint daher tatsächlich berufen, in Zukunft auf dem Gebiete der kombinierten Leistungs- und Wärme-Erzeugung neue Wege zu weisen, welche selbstverständlich auf umso günstigere Resultate führen, je besser die Gasturbine hinsichtlich der zulässigen Temperatur entwickelt sein wird, und je mehr die Preise der hochtemperaturigen Materialien, speziell für Turbinen und Luftherhitzer, sich denjenigen von gewöhnlichen Materialien genähert haben werden.

Letzten Endes ist die Frage der Zusehaltung der Gasturbine zum Zwecke der Brennstoff-Ersparnis in Heizkraftwerken nicht nur vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte jeder einzelnen Anlage aus zu betrachten, sondern von demjenigen der Schonung der Welt-Brennstoffvorräte.

Da die Gasturbine in dieser Hinsicht große Perspektiven eröffnet, wird ihr der Weg ins Heizkraftwerk geöffnet werden müssen.