

Prof. Dr.-Ing. R.-G. Schmidt, cand.-ing. B. Witte

Optimierung von Gasturbinenprozessen

(1996-1997)

Kooperationspartner: **European Gas Turbines GmbH, Essen**

Finanzierung: **AGIP**

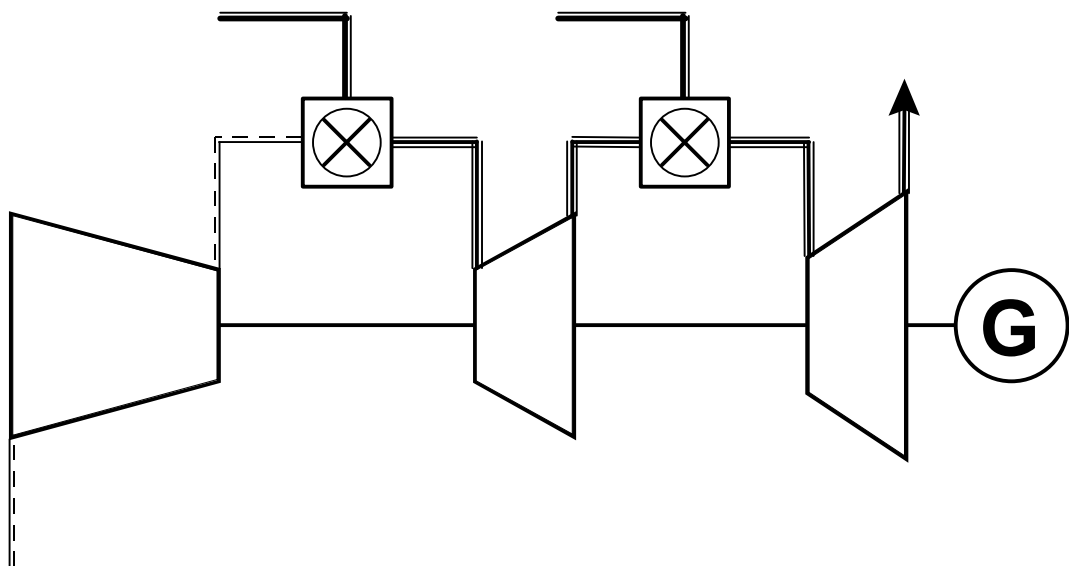


Bild: Gasturbinen-Kreisprozess mit Zwischenerhitzung

Die zukünftige Weiterentwicklung der in Dampfkraftwerken eingesetzten Werkstoffe, insbesondere die Einführung von Nickel-Basis-Legierungen, lässt eine Steigerung der Frischdampftemperaturen auf 700°C und mehr erwarten. Zur Feuerung solcher Dampfkraftprozesse in Kombianlagen sind heute auf dem Markt befindliche Gasturbinen wegen ihrer zu geringen Abgastemperaturen nicht geeignet. Deshalb wurde im Rahmen dieser Arbeit in Kooperation mit einem Hersteller von Industrie- und Kraftwerksgasturbinen untersucht, wie die Prozessparameter Verdichterdruckverhältnis und Feuerungstemperatur bzw. Turbineneintrittstemperatur sowie die Prozessführung einer neu zu entwickelnden Generation von Gasturbinen gewählt werden müssen, um sie in solchen Kombianlagen mit dem Ziel einer deutlichen Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades einsetzen zu können.

Dazu wurde ein vorhandenes Programm zur Berechnung von Gasturbinen-Kreisprozessen überarbeitet und mit einem Programm zur Berechnung von Dampfkraftprozessen mit Abhitzekeessel ergänzt. Darin sind auch neu entwickelte Programme zur Ermittlung der Zustandsgrößen von Wasser und Wasserdampf eingeschlossen.

Mit diesem Programmpaket wurde zunächst eine Parametervariation nur für die Gasturbine durchgeführt, um festzustellen bei welchen Druckverhältnissen und Feuerungstemperaturen sich Abgastemperaturen oberhalb von ca. 750°C einstellen.

Diese Untersuchung erfolgte für drei verschiedene Prozessführungen: einfacher Kreisprozess, Zwischenerhitzung nach der 1. Turbinenstufe und Zwischenerhitzung nach der

2. Turbinenstufe bei 4 Turbinenstufen insgesamt, wobei Nummer und Gesamtzahl der Turbinenstufen hier auch stellvertretend für die Aufteilung des Gefälles stehen können.

Anschließend wurde die Parametervariation für den Kombiprozess mit den Kombinationen von Druckverhältnis und Feuerungstemperatur wiederholt, mit denen die geforderte Abgastemperatur erreicht worden war. Der zu erzielende Kombiwirkungsgrad sollte deutlich über den heute erreichbaren 58 % liegen. Der unterkritische Dampfkraftprozess bestand aus einer Druckstufe mit optionaler Zwischenüberhitzung. Die Ergebnisse für den einfachen Gasturbinen-Kreisprozess zeigten, dass hier eine extrem hohe Feuerungstemperatur von ca. 300°C über dem heutigen Stand der Technik erforderlich ist. Mit dem Einsatz einer Zwischenerhitzung nach der 1. Stufe ließ sich diese Differenz auf ca. 100°C vermindern. Eine Zwischenerhitzung nach der 2. Stufe kam mit einer heute üblichen Feuerungstemperatur von 1250°C und einem Druckverhältnis von 20 aus. Der Kombiwirkungsgrad stellte sich dabei mit Zwischenüberhitzung im Dampfkraftprozess bei 63 % ein. Der Gasturbinenwirkungsgrad betrug 35 %. Eine Gasturbine, die letztgenannte Prozessparameter und Prozessführung aufweist, lässt sich mit heutiger Technologie ohne größere Entwicklungsrisiken verwirklichen. Mit den Ergebnissen der ständigen Weiterentwicklung im Gasturbinenbau auf dem Gebiet der Werkstoffe, der Kühlverfahren und der Verdichteraerodynamik lassen sich in absehbarer Zeit zusammen mit dem oben beschriebenen Dampfkraftprozess auch Kombiwirkungsgrade bis zu 66 % realisieren.

Die Einbindung einer solchen Kombianlage in die Kraft-Wärme-Kopplung ist wegen des hohen Anlagenaufwandes zur Erzielung eines maximalen thermischen Wirkungsgrades nicht immer wirtschaftlich.

Bei der Einführung von Nickel-Basis-Legierungen im Dampfkraftwerksbau werden die Temperaturen bestimmt nicht auf 700°C beschränkt bleiben sondern bald die 800°C überschreiten. Das erfordert auch eine entsprechende Weiterentwicklung der Gasturbinen speziell bei den dafür notwendigen hohen Abgastemperaturen.