



Doctoral Thesis

Systematische Berechnungen über kombinierte Gas-Dampf-Kraftwerke

Author(s):

Rufli, Peter

Publication Date:

1990

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000578511> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Systematische Berechnungen über
kombinierte
Gas-Dampf-Kraftwerke**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels
Doktor der technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSICH TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
PETER RUFLI
Dipl. Masch.-Ing. ETH
geboren am 2. Juli 1953
von Seengen (AG)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. W. Traupel, Referent
Prof. Dr. G. Gyarmathy, Korreferent

Kurzfassung

Kombinierte Gas-Dampf-Anlagen bestehen aus mindestens einer offenen, einwilligen Gasturbine, einem gefeuerten oder ungefeuerten Abhitzeessel und einer Dampfturbine. Die Gesamtwirkungsgrade erreichen Werte von mehr als 50% und sind damit bereits heute die höchsten, die mit thermischen Anlagen erzielt werden. Die vorliegende Arbeit ist ein Beitrag zur quantitativen Bewertung von Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung der Anlagenwirkungsgrade.

Zu diesem Zweck werden kombinierte Kraftwerke mit verschiedenen ausgelegten Gasturbinen und verschiedenen Dampfprozessen (Schaltung, Dampfparameter) nach einem konsistenten Rechenverfahren berechnet und verglichen. Alle Randbedingungen und Annahmen über Komponentenwirkungsgrade und Druckabfälle sind entsprechend dem Stand der Technik als realistische Grössen in die Rechnung eingeflossen.

Die Berechnungen werden als Parameterstudie dargestellt, wobei der Einfluss der Anlagengrösse durch Normierung auf den Einheitsmassenstrom im Verdichter behoben wird. Als Parameter dienen die beiden Hauptmerkmale des Gasturbinenprozesses (Spitzen-temperaturverhältnis und Verdichterdruckverhältnis) und der Frischdampfdruck, dessen Optimierung besonders untersucht wird. Dabei werden drei Dampfprozessvarianten zunehmender Komplexität berücksichtigt. Der Einfluss zweitrangiger Parameter wird durch Sensitivitäten quantifiziert.

Als Resultate erhält man u.a. den Einfluss der Gasturbinenauslegungsparameter auf Wirkungsgrad, Wärmeübertragerfläche und spezifische Leistung von Anlagen mit optimierten Dampfparametern unterschiedlicher Schaltung. Es wird gezeigt, dass Zusatzfeuerungen im Abhitzeessel auf maximal 1000°C Dampfprozesse ermöglichen, die hohe Wirkungsgrade mit sehr hoher spezifischer Leistung bei nur wenig erhöhter Komplexität der gesamten Anlage verbinden.

Abstract

Combined-cycle power plants comprising a gas turbine topping cycle, a heat recovery boiler (without or with firing) and a steam turbine bottoming cycle are known to have the highest thermal efficiency attainable in present-day power plants. This analysis pursues the purpose of predicting the influence of cycle and component improvements on plant efficiency.

Using a cycle analysis procedure based on realistic consistent assumptions, a systematic study of parameter influences has been made. The variations concern the gas turbine cycle as well as the steam cycle (loop layout and live steam parameters). Component characteristics like efficiencies and pressure drops are represented by physically coherent state-of-the-art data.

The analysis is performed as a parametric study, with the plant power rating being eliminated by normalizing the results to unit compressor air mass flow. Parameters varied are the main features of the gas turbine cycle (peak temperature ratio and compressor pressure ratio) and the live steam pressure, the latter being optimized for maximum efficiency within the existing technological limits. Three steam cycle layouts of increasing complexity are considered. The influence of second-rang parameters is quantified by sensitivity factors.

The results comprise the dependence of plant efficiency, heat transfer area and specific power output on the gas turbine cycle used with optimized steam cycles of varying complexity. It is shown that auxiliary firing in the boiler up to max. 1000 deg. C permits the use of steam cycles which yield combinations of high efficiency with very high specific plant power at moderately increased complexity of the overall plant.