

Beurteilung der Energieeffizienz von Fernwärmesystemen mit temperaturabhängigen Kraftwerkskennlinien

Prof. Dr.-Ing. habil. Achim Dittmann
TU Dresden

Prof. Dr.-Ing. Olaf Strelow
FH Gießen-Friedberg

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Wirths
Vattenfall Europe Wärme AG

Motivation

Die Stromerzeugung in Heizkraftwerken kann durch Veränderung des Temperaturniveaus von Fernwärmesystemen entscheidend beeinflusst werden. Schwerpunkt der Forschung stellt die Beurteilung der Energieeffizienz von Fernwärmesystemen unter Verwendung temperaturabhängiger Kennlinienfeldern (P-Q-t-Diagrammen) von Heizkraftwerken dar. Diese dienen der Berechnung und Bewertung verschiedener Maßnahmen, wie der Integration von erneuerbaren Energieträgern oder dem Anschluss von Kundenanlagen an den Fernwärmerücklauf. Die Einbeziehung der möglichen Vor- und Rücklauftemperaturen in Kraftwerkskennlinien ermöglicht ferner eine verbesserte Einsatzplanung bzw. Betriebsoptimierung. Ebenso kann die Untersuchung für eine Darstellung des Potenzials von Netzspeichereffekten durch Vorlauftemperaturenanpassung Anwendung finden.

Temperaturabhängige Kraftwerkskennlinien

Basis der Kraftwerkskennlinien sind Auswertungen der Betriebsmessdaten und eine Modellierung des Prozesses mit Kreisprozessberechnungsprogrammen. Innerhalb der Betriebsgrenzen des Heizkraftwerkes werden Vor- und Rücklauftemperatur variiert. Anschließend werden die Ergebnisse mit statistischen Methoden beschrieben, exemplarisch hier dargestellt in der einfachsten Form:

$$P_{Generator} = f(\dot{m}_{HN}, t_V, t_R)$$

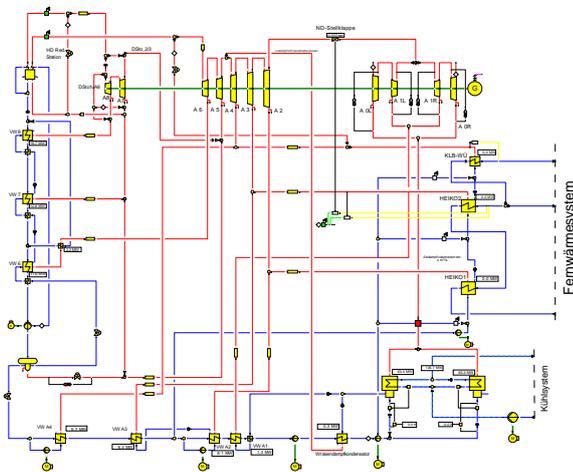


Bild 1: Wärmeschaltbild Entnahme-Kondensations-Heizkraftwerk

Ausgewählte Ergebnisse

Eine Darstellung der Ergebnisse für ein Entnahme-Kondensations-Heizkraftwerk (Bild 1) verdeutlicht die Bewertung. Dargestellt sind die Generatorleistung und der KWK-Strom in Abhängigkeit von der ausgekoppelten Wärmeleistung. Die Rücklauftemperatur wird als Parameter zwischen 40 ° und 70 °C in Schritten von 10 K variiert. Die untere Grenze der Manövrierfähigkeit ist durch den minimalen, die obere durch den maximalen Frischdampfmassestrom gegeben. Für die maximale Wärmeleistung wirkt der einzuhaltende Kühldampfmassestrom (Gegendruckfall) begrenzend.

Bild 2 und Bild 3 stellen ausgewählte Ergebnisse dar. Zu erkennen ist, dass der Verlauf der Kurven $P_{Gen}(Q_{HN})$ nichtlinear ist (Bild 2). Knickpunkte sind durch Eingreifen der Stauklappenregelung und durch das Erreichen des Kühldampfmassestroms zu begründen.

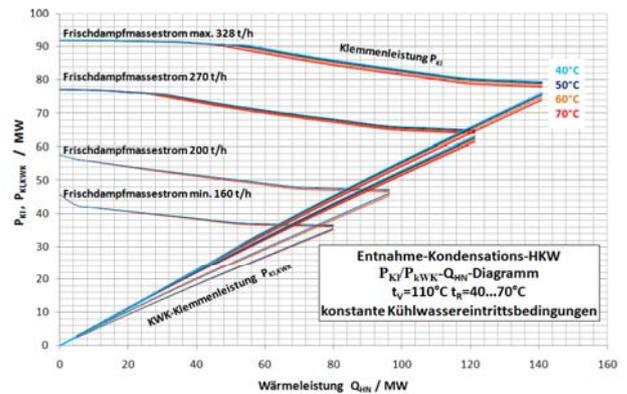


Bild 2: Klemmenleistung bzw. KWK-Strom in Abhängigkeit von der Wärmeleistung t_V -konst., $t_R=40...70^\circ\text{C}$

Es kann gezeigt werden, dass eine Absenkung der Rücklauftemperatur bei variablem Heiznetzmassestrom zu einer Steigerung der elektrischen Leistung (Bild 2) und zu einer Erhöhung des KWK-Stroms (Bild 3) führt. Gleiches gilt für den elektrischen Wirkungsgrad und die Primärenergieausnutzung.

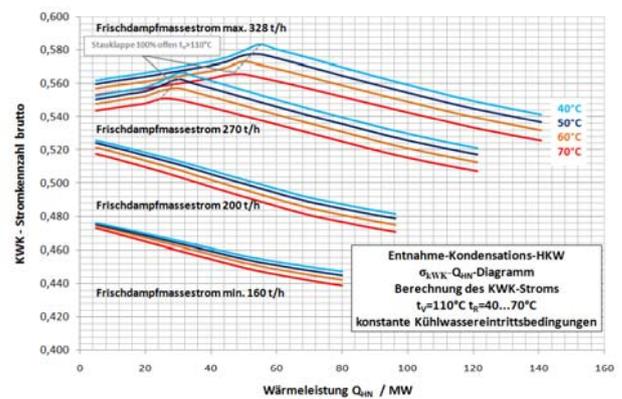


Bild 3: KWK-Stromkennzahl (brutto) in Abhängigkeit von der Wärmeleistung t_V -konst., $t_R=40...70^\circ\text{C}$

Zusammenfassung und Ausblick

Zur Bewertung verschiedener Maßnahmen im Fernwärmenetz ist es notwendig, die Rückwirkungen auf Heizkraftwerke berechnen zu können. Hierzu wurden Untersuchungen an einem GuD-Heizkraftwerk und einem Entnahme-Kondensations-Heizkraftwerk durchgeführt. Mit der mathematischen Beschreibung der Ergebnisse stehen Gleichungen über das temperaturabhängige Heizkraftwerksverhalten zur Verfügung. Diese können anschließend mit thermohydraulischen Fernwärmenetzberechnungen /1/ gekoppelt werden, da Wärmeverluste und Heiznetzpumpeleistung in eine Bewertung einzubeziehen sind. Die Ergebnisse können ebenso bei der Einsatzplanung /2/ und der Bewertung von Netzspeichereffekten /3/ berücksichtigt werden.

Abschließend steht eine Methodik als Basis für komplexe technische, ökonomische und ökologische Bewertungen zur Verfügung. Diese kann Fernwärmeversorgungsunternehmen als Planungshilfe dienen.

VERWEISE:

/1/ MULTILEVEL DISTRICT HEATING Teilthema 2 Forschungsprojekt an der TU Dresden gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Förderkennziffer 0327400B

/2/ MULTILEVEL DISTRICT HEATING Teilthema 4 Forschungsprojekt an der TU Dresden gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Förderkennziffer 0327400B

/3/ RECKNAGEL, V.: Prognose und Optimierung der Fernwärmeeinspeiselleistung unter Berücksichtigung thermisch-instationärer Speichervorgänge im Netz (Arbeitsitel), Manuskript zur Dissertationsschrift an der TU Berlin, 2009