



© Technische Werke Ludwigshafen

1

## MIT DYNAMISCHER SIMULATION EFFIZIENZ VON FERNWÄRMENETZEN STEIGERN

1 *Dynamische Simulation des Teilnetzes in Ludwigshafen: Einspeisetemperatur im Kraftwerk (oben), Temperatur im Fernwärmenetz (unten)*

Im BMWi geförderten Projekt DYNEEF arbeiten wir gemeinsam mit der GEF Ingenieur AG und den Technischen Werken Ludwigshafen (TWL) an der »Dynamischen Netzsimulation zur Effizienzsteigerung in der Fernwärmeerzeugung«. In diesem Rahmen wurde ein Softwaretool zur Netzwerksimulation entwickelt, getestet und für die Betriebsoptimierung der TWL bereitgestellt.

Fernwärmenetze dienen der Versorgung mit Wärme und Warmwasser. Die Betreiber von Fernheizkraftwerken (FHKW) erwirtschaften einen Teil ihres Erlöses durch den Verkauf von Strom, der durch Kraft-Wärme-Kopplung parallel zur Wärmeerzeugung anfällt. Die Einbeziehung und dynamische Regelung des Fernwärmenetzes als Energiespeicher hilft, Turbinen effizient zu betreiben und vorhandene Speicherkessel optimal einzusetzen.

### Software simuliert und optimiert Betrieb von Fernheizkraftwerken und Wärmenetzen

Gegenwärtige Software zur Betriebsunterstützung von FHKW beschäftigt sich entweder mit dem optimalen Einsatz der lokalen Betriebsmittel – wobei das Fernwärmenetz nur als strukturlose Senke behandelt wird – oder die Software betrachtet fein orts aufgelöste hydro-thermische Modelle des Leitungsnetzes, um die Versorgung aller Kunden zu garantieren. Dies geschieht meist jedoch, ohne die Simulation in ein Gesamtbild mit schwankenden Betriebsbedingungen einzubinden.

Die dynamische Simulation des Fernwärmenetzes hat enorme Vorteile: Der Netzbetreiber kann mithilfe der Software zu jeder Zeit sowohl die Temperatur als auch die Strömungsverhältnisse an jedem Ort im Fernwärmenetz auslesen. Damit regelt er die am Kraftwerk bereitgestellte Vorlauftemperatur und den in das Netz gepumpten Massenfluss und verhindert so beispielsweise, dass Gasturbinen zur Wärmeproduktion teuer zugeschaltet werden müssen.

### Mathematik hinter der Software schafft digitalen Zwilling

Klassische Methoden zur Lösung der schwankenden thermohydraulischen Gleichungen sind zu ungenau bzw. aufwändig, um im Betrieb des Fernwärmenetzes Regelungsvorschläge zu liefern. Deshalb haben wir im Projekt ein eigenes numerisches Verfahren entwickelt, bei dem die Leitungen nicht zusätzlich unterteilt werden. Per modellprädiktiver Regelung und automatischem Differenzieren lassen sich so Optimierungshorizonte von einigen Tagen bewältigen. Auf Basis der Software schaffen wir ein digitales Abbild real existierender Fernwärmenetze und einer automatischen Leitstandregelung, denn das wird im Zuge der Dezentralisierung von Einspeisepunkten notwendiger denn je.