

Diplomarbeit Nr. 11/2025

Modellierung thermohydraulischer Effekte in Fernwärmenetzen für die MILP-basierte Erzeugereinsatzoptimierung



Bearbeiter: Jonathan Gläßer

Problemstellung

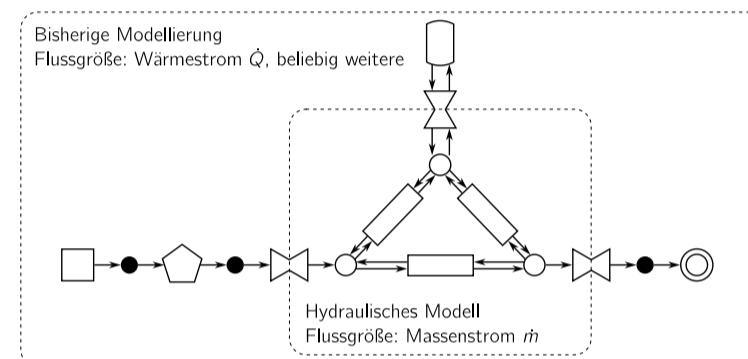
Das Python-Framework flixOpt wird zur Betriebsführungsoptimierung von Fernwärmenetzen eingesetzt. Das Rohrnetz soll detaillierter abgebildet werden. Die Herausforderung besteht darin, die nicht-linearen thermohydraulischen Effekte in der gemischt-ganzzahligen, linearen Optimierung (MILP) zu modellieren.

Literaturrecherche

Es konnte aufgezeigt werden, dass die thermohydraulischen Zusammenhänge des Rohrnetzes schwierig von MILP abzubilden sind. Die möglichen Modellierungsansätze wurden miteinander verglichen.

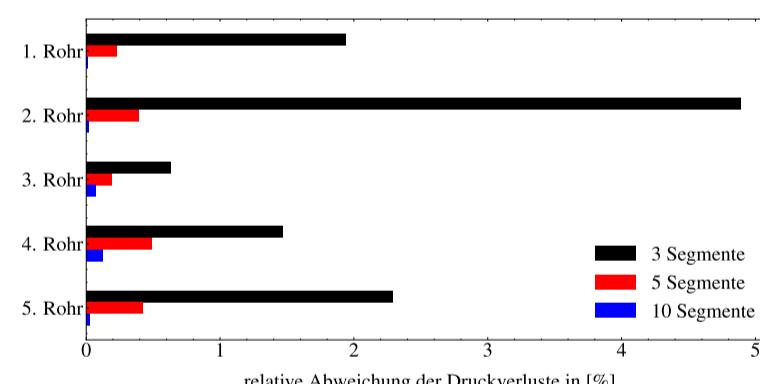
Modellierung

Es wurde die Vereinfachung getroffen, dass die Temperaturen im Rohrnetz der Optimierung vorgegeben werden. Damit konnte ein hydraulisches Modell für MILP entwickelt werden, welches Massenströme und Druckverluste berechnen kann. Dies erlaubt es, Leistungsbeschränkungen in der Optimierung zu berücksichtigen. Zusätzlich können die Drücke im Vor- und Rücklauf berechnet und Druckregelstrategien berücksichtigt werden. Eine indirekte Modellierung von Wärmeverlusten ist möglich.



Umsetzung und Validierung

Das entwickelte Modell wurde in flixOpt integriert. Im Vergleich mit Simulationsdaten und Messdaten wurde die Berechnung der hydraulischen Größen validiert.



Fazit

Die Leistungsbeschränkungen und Druckminima und -maxima können in flixOpt durch das entwickelte Modell berücksichtigt werden. Innerhalb der Literatur konnte keine Arbeit gefunden werden, die das Rohrnetz mit MILP zufriedenstellend modelliert, um die Leistungsbeschränkungen, Wärmeverluste und Transportverzögerungen gleichzeitig abzubilden.