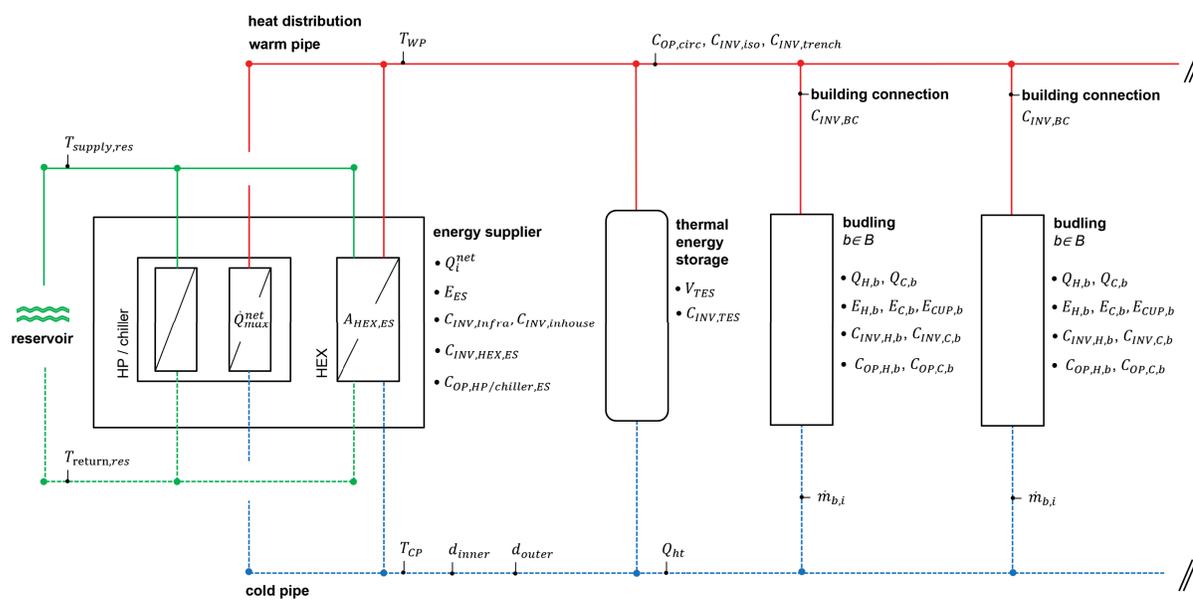


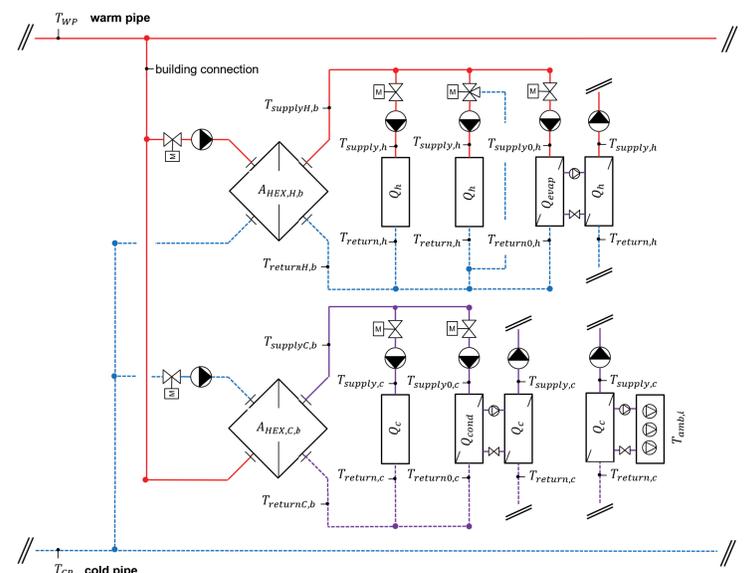
Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Energy and Environment

Multi-objective optimisation of thermal networks

Allgemeiner Netzwerkaufbau

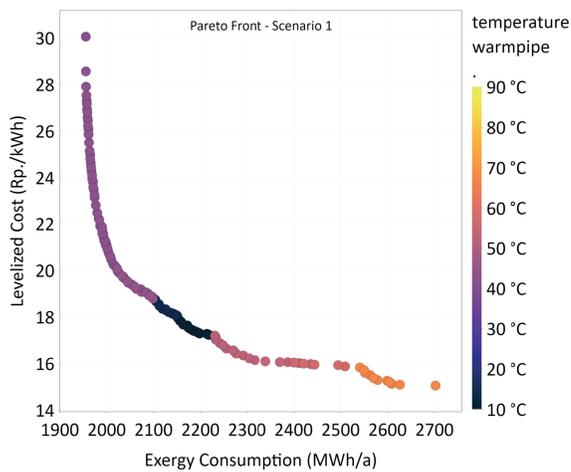


Schematische Hydraulik in einer Unterstation (Variation)



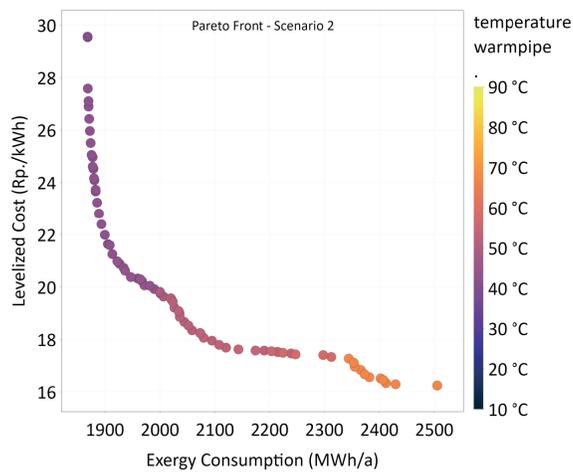
Szenario 1

In Szenario 1 wird die effektive thermische Charakteristik des Areals abgebildet. Der Bestand fordert tendenziell hochtemperaturige Wärme und hat wenig Kältebedarf.



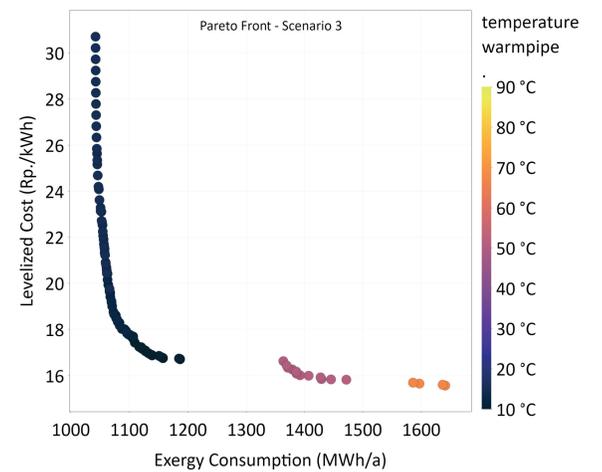
Szenario 2

In Szenario 2 wird nur der effektive Wärmebedarf des Areals berücksichtigt. Der Kältebedarf wird vernachlässigt. Es handelt sich dadurch um ein reines Fernwärmenetz.



Szenario 3

In Szenario 3 wird der Gebäudepark saniert, wodurch der Wärmebedarf und die Heiztemperaturen sinken, der Kühlbedarf jedoch steigt.



Problemstellung

Thermische Netze haben das Potenzial, einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung des Schweizer Gebäudeparks zu leisten. Klassische Auslegungsmethoden von thermischen Netzen beruhen üblicherweise auf Erfahrungswerten oder fokussieren auf die Effizienz einzelner Teilbereiche und nicht auf der Optimierung des Gesamtsystems. Es bedarf einer Methode zur ganzheitlichen Planung und Analyse von thermischen Netzen.

Lösungskonzept

Diese Masterthesis beschreibt einen methodischen Ansatz zur ganzheitlichen, von der Netzstruktur unabhängigen, Analyse und Optimierung der Wärme- und Kälteenergieversorgung von Quartieren. Im Fokus liegt die Interaktion zwischen den verschiedenen Netzwerkteilnehmer und den Energielieferanten.

Eine stündliche Auflösung aller thermischen Anforderungen im Quartier unter Berücksichtigung der Wärme- und Kälteenergiemenge (Quantität) sowie des geforderten Temperaturniveaus (Qualität) bildet die Grundlage für die thermodynamisch begründete Berechnungsmethode. Innerhalb des Berechnungsmodells werden die Energie- und Exergieströme sowie die Investitions- und Betriebskosten für alle Prozessanforderungen gebäudespezifisch ermittelt.

Auf dezentraler Gebäudeebene erfolgt die Wärmeübertragung über eine Wärmepumpe, einen Wärmeübertrager oder einer Kältemaschine. Die Auswahl erfolgt immer in Abhängigkeit der Netz- und der jeweiligen Prozessstemperatur. Das Modell ist in der Lage, die Netzstruktur (Wärmepumpen, Kältemaschinen, Wärmeübertrager, zentraler Wärmeerzeugung, dezentraler Wärmeerzeugung) dynamisch an die thermodynamischen Gegebenheiten anzupassen.

Eine Brute-Force-Optimierung berechnet das Pareto-Optimum im Trade-off zwischen den Gesamtkosten und dem Exergieverbrauch. Das Modell wird in einer Fallstudie mit drei Szenarien angewendet. Man erkennt dabei, wie sich die Optima mit der thermischen Charakteristik des Quartiers verändern.

Mario Andrea Bucher

Betreuer:
Prof. Dr. Beat Wellig
Dr. Pierre Krummenacher

Kooperationspartner:
Kompetenzzentrum Thermische Energiesysteme und Verfahrenstechnik,
Hochschule Luzern