

Energiemarktmechanismen für lokale Wärmenetze mit Prosumern

Motivation und Hintergrund

Herkömmliche Wärmenetze nutzen in der Regel Warmwasser als Transportmedium, um die in zentralen Einheiten (oft BHKWs) erzeugte Wärme unidirektional an passive Verbraucher zu verteilen. In Deutschland erfolgt die Abrechnung für jeden Kunden für gewöhnlich auf jährlicher Basis. Standard sind feste, vordefinierte Tarife, die sich aus einem Grundpreis in Abhängigkeit von der installierten Anschlussleistung und einem Arbeitspreis pro kWh bezogener Wärme zusammensetzen.

Nahwärmenetze auf Prosumer-Basis sind eine neue Art von Wärmenetzen: Ähnlich wie bei Smart Grids im Strombereich werden die Verbraucher auf der Wärmeseite zu Prosumern (Erzeuger + Verbraucher + Speicher). Sie tauschen innerhalb des geschlossenen Wärmenetzes Energie bidirektional aus, um sich gegenseitig in der Gemeinschaft zu versorgen. Es stellt sich die Frage, wie solche innovativen Wärmenetze aus betriebswirtschaftlicher Sicht betrieben werden können.

Geeignete Energiemarktmechanismen müssen die Flexibilität des prosumer-basierten Netzkonzepts adressieren, technische Grenzen im Betrieb berücksichtigen, Anreize für die Integration nachhaltiger Energiequellen und die Bereitstellung von Netzdienstleistungen (z.B. an das Stromnetz) setzen, wirtschaftliche Durchlässigkeit für Betreiber und Kunden garantieren und gleichzeitig mit geringem Aufwand und hoher Zuverlässigkeit im Feld einsetzbar sein. In Wärmenetzen lässt sich die Marktebene nicht ohne weiteres von der physikalischen Ebene entkoppeln, da z.B. das Temperaturniveau eine wichtige Rolle für die technische Wärmeversorgung spielt und daher beim virtuellen Energiehandel berücksichtigt werden muss. Bestehende Ansätze sind daher nicht einfach übertragbar und müssen angepasst werden.

Ziele und Aufgaben

Ziel der Arbeit ist es, geeignete Energiemarkt- und Betriebsmechanismen für prosumerbasierte Nahwärmenetze zu identifizieren bzw. zu entwickeln.

1. Bestandsaufnahme und Kategorisierung bestehender Markt- und Betriebsmechanismen für lokale Energienetze.
2. Identifizierung und Ausarbeitung von Anforderungen, die lokale prosumer-basierte Wärmenetze an die Gestaltung von Markt- und Betriebsmechanismen stellen.
3. Vergleich der untersuchten existierenden Ansätze mit den identifizierten Anforderungen, um deren Eignung für die Anwendung in prosumer-basierten Wärmenetzen zu bewerten.
4. (Vorschläge für die) Anpassung bestehender Ansätze oder Entwicklung neuer Mechanismen, die für den betrachteten Anwendungsfall und die Anforderungen geeignet sind.

Voraussetzungen

- Fundierte Vorkenntnisse auf dem Gebiet der Energie-Märkte
- Technischer Hintergrund im Bereich Energiesysteme und Wärmetechnik

Bewerbung

Bei Interesse an der Bearbeitung dieser oder einer verwandten Themenstellung, wenden Sie sich bitte unter Nennung Ihrer Motivation, sowie Ihrer relevanten Vorkenntnisse und Qualifikationen an Thomas Lickleder (thomas.lickleder@tum.de)

Literatur

Li et al. (2015). A review of the pricing mechanisms for district heating systems.
Stennikov et al. (2020). The pricing methods on the monopoly district heating market.
Mitridati et al. (2021). Design and game-theoretic analysis of community-based market mechanisms in heat and electricity systems.
Selvakkumaran et al. (2021). How do business models for prosumers in the district energy sector capture flexibility?
Frölke et al. (2022). A network-aware market mechanism for decentralized district heating systems.
Fernwärme- oder Fernkälte-Verbrauchserfassungs- und -Abrechnungsverordnung (BGBl. I S. 4591, 4831)

Energy market mechanisms for local heat networks with prosumers

Motivation and Background

Conventional district heating systems typically use warm water as transport medium to distribute heat that is generated in central units (often CHPs) unidirectional to passive consumers. In Germany, the billing for each customer is usually done on a yearly base. Fixed, predefined tariffs are the standard, consisting of a basic price depending on the installed connection capacity and an operating price per kWh of purchased heat.

Local prosumer-based heating networks are a new type of heat networks: Similar to smart grids in the electricity sector, the consumers on the heating side become prosumers (producer + consumer + storage). They exchange energy bidirectionally within the closed thermal network to supply each other in the community. The question arises of how such innovative heating networks can be operated from a business perspective.

Suitable energy market mechanisms must address the flexibility of the prosumer-based network concept, consider technical limitations in operation, incentivize the integration of sustainable energy sources and the provision of grid services (e.g., to the power grid), guarantee economic viability for operators and customers, while being deployable in the field with little effort and high reliability. In thermal networks the market level cannot easily be decoupled from the physical level, as for example the temperature level plays an important role for the technical heat supply and therefore must be considered in the virtual trading of power. Therefore, existing approaches are not simply transferable and must be adopted.

Objectives and Tasks

Objective of the thesis is to identify or develop suitable energy market and operation mechanisms for local prosumer-based heat networks.

1. Review and categorization of existing market and operation mechanisms for local energy networks
2. Identification and elaboration of requirements and challenges that local prosumer-based heating networks impose to the design of market and operation mechanisms
3. Comparison of the existing approaches reviewed with the identified requirements to assess their suitability for application in local prosumer-based heat networks.
4. (Suggestions for the) adaption of existing approaches or development of new mechanisms that are suitable for the application case and requirements

Requirements

- Profound pre-knowledge in energy-markets
- Technical background in energy systems and thermal engineering

Application

If you are interested in working on this or a related topic, please contact Thomas Lickleder and state your motivation as well as your relevant prior knowledge and qualifications. Contact via e-mail: thomas.lickleder@tum.de

Literature

Li et al. (2015). A review of the pricing mechanisms for district heating systems.
Stennikov et al. (2020). The pricing methods on the monopoly district heating market.
Mitridati et al. (2021). Design and game-theoretic analysis of community-based market mechanisms in heat and electricity systems.
Selvakumaran et al. (2021). How do business models for prosumers in the district energy sector capture flexibility?
Frölke et al. (2022). A network-aware market mechanism for decentralized district heating systems.
Fernwärme- oder Fernkälte-Verbrauchserfassungs- und -Abrechnungsverordnung (BGBl. I S. 4591, 4831)