

Systemisch optimierte Sanierungsstrategien für energieflexible Quartiere

Themenbereich 4

Paulo DANZER¹, Manuel DE BORJA TORREJÓN, Zhengjie YOU, Ahmad NOUMAN,
Claudia HEMMERLE
Technische Universität München

Motivation und zentrale Fragestellung

Während bisherige Forschungsarbeiten ein netzdienliches Verhalten von Gebäuden und Quartieren insbesondere durch entsprechende Betriebsstrategien und Regelkonzepte adressierten, fehlen Untersuchungen zu den spezifischen Stellschrauben bei den Sanierungsstrategien in Form von angepassten Maßnahmen bzw. homo- bzw. heterogenen Quartierssanierungen.

Unsere Untersuchung bildet eine differenzierte Grundlage, wie lokal angepasste Sanierungsmaßnahmen im Quartiersverbund aussehen sollten, damit der Gebäudebestand seine neue Rolle als Akteur in der Energieinfrastruktur CO₂-optimiert spielen kann. Zentrale Rolle spielt dabei die Größe der zeitlichen Lastverschiebung der elektrischen Wärmeerzeugung und damit die Energieflexibilität der Quartiere.

Methodische Vorgangsweise

Grundlage der Arbeit sind simulationsbasierte Untersuchungen an exemplarischen Quartierstypen in Form der Szenarien Urban – Suburban – ländlich. Als Untersuchungskontext unterscheiden sie sich wesentlich hinsichtlich Netzanforderungen, Gebäudenutzungen und -strukturen, lokalen erneuerbaren Erzeugungspotenzialen und Ladeansprüchen für Elektrofahrzeuge. Es werden Teilmodelle für die Komponenten des Quartiers entwickelt, einheitlich implementiert und in einem Gesamtsystemmodell zusammengeführt, sodass die Szenarien in Jahressimulationen analysiert werden können.

Das Simulationsmodell wurde in der Programmiersprache Python geschrieben und bildet die Gebäude in Zonen ab. Diese werden als vereinfachtes RC-Modell mit 3R2C dargestellt, dabei werden die thermischen Widerstände und –Kapazitäten vereinfacht als elektrischer Schaltkreis abgebildet. Das Gebäudemodell folgt den Vorgaben der VDI 6007. Die stundengenauen Eingangsdaten des Stromnetzes stellen die Energiekosten und den spezifischen CO₂-Ausstoß der Prozesskette dar.

Die Laststeuerung der Wärmeerzeuger erfolgt unter Nutzung der Energieflexibilität des Wärmebedarfs mithilfe einer Modellprädikativen Optimierung. Diese hat, je nach Betrachtung, unterschiedliche Optimierungsziele:

- Minimierung der Energiekosten
- Minimierung der CO₂-Emissionen
- Minimierung der Spitzenlasten

Es wird der Zeithorizont bis 2045 betrachtet und die Stützjahre 2020 sowie 2030 simuliert. Die zu erreichenden CO₂-Ziele orientieren sich am 2021 in Deutschland verabschiedeten Klimaschutzgesetz.

¹ Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen | Arcisstraße 21 | 80333 München
paulo.danzer@tum.de | +49 89 289-23823 | <https://www.arc.ed.tum.de/klima/cleanvelope/reflex/>

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im urbanen, suburbanen und ländlichen Raum ergeben sich unterschiedliche Sanierungsstrategien entsprechend der spezifischen Quartiersstrukturen und Netzanforderungen. Für die Beurteilung der Auswirkungen auf das Flexibilitätspotential werden dem entsprechend drei beispielhafte Quartiere als energetische Stadtraumtypen modelliert.

Energetischer Stadtraumtyp [1]	Bebauung	Vorrangige Gebäudetypen	Vorrangige Baualtersklassen [2]	Netzgröße
Urban	Städtische Blockrandbebauung	Mehrfamilienhäuser Wohnblock	1900 bis 1968	3,3 ha
Suburban	Siedlung kleiner Mehrfamilienhäuser	Reihenhäuser	1978 bis 1994	3 ha
Ländlich	Siedlung Einfamilienhäuser	Einfamilienhäuser	1919 bis 1968	11 ha

Die Auswirkungen der Sanierungen auf die Flexibilität werden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse untersucht. Es werden die Auswirkungen der Art der Sanierungsmaßnahmen untersucht und homogene bzw. heterogene Sanierungen verglichen.

Die Ergebnisse werden zeigen, inwiefern sich unterschiedliche Sanierungsszenarien und –pfade sich auf das Flexibilitätspotential des Gesamtquartiers auswirken. Durch Regelstrategien im ökonomisch optimierten Betrieb der elektrifizierten Wärmeerzeugung mit fluktuierenden Strompreisen wird betrachtet, welcher Sanierungspfad sich am vorteilhaftesten auf die Refinanzierung der Maßnahmen auswirkt. Beim CO₂-optimierten Betrieb werden die Auswirkungen auf den kumulierten CO₂-Ausstoß des Gesamtquartiers bis 2045 ausgewertet.

Eine CO₂- oder preisoptimierte Regelung führt stets zu einem höheren Wärmeenergiebedarf. Ziel der Simulationen ist auch, zu zeigen, wann ein höherer Energieverbrauch zu einem geringeren CO₂-Ausstoß durch den Zugewinn der Flexibilität führen kann bzw. bei zeitflexiblen Energiepreisen ein höherer Energieverbrauch durch niedrigere spezifische Energiekosten ausgeglichen wird.

Literatur

[1] Sieber, S., Dettmar, J., Drebes, C. & Fraunhofer IRB-Verlag. (2020). *Energetische Stadtraumtypen.: Strukturelle und energetische Kennwerte von Stadträumen*. Beltz Verlag.

[2] Neuffer, H., Witterhold, F.-G. (2020). *AGFW-Hauptstudie: Pluralistische Wärmeversorgung*. Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V..