Gebäude als aktiv regulierende Komponenten in einem Smart Grid

M.A. Sabine Krutzsch, Dipl.-Ing. Armin Keß,
Prof. Dr.-Ing. Nicole Riediger, Prof. Dr.-Ing. Friedrich Sick, HTW Berlin

Forschungscampus Mobility 2 Grid Lab 2 Reality
EUREF
Conference | 12 April 2018 | Berlin

Motivation

Gebäude können mit ihrem inhärenten thermischen Speicherpotential andere Speichertechnologien ersetzen und eine aktive Schlüsselrolle in der Energiewende einnehmen. Die zielgerichtete Ausnutzung der thermischen Speicherkapazität der Gebäude gilt es vorrangig in eine Smart-Grid-Umgebung zu integrierten, da diese Speicher nahezu kostenlos zur Verfügung stehen (Abb. 1).
Nach ersten Untersuchungen für ein über ein Blockheizkraftwerk versorgtes Berliner Wohnquartier könnten mit einem strom-orientieren Steuerungskonzept bei einem zulässigen Raumtemperaturband von ± 1 Kelvin etwa 8 kWh/m² jährlich an Heizwärme in die Gebäudestruktur gespeichert und wieder nutzbar gemacht werden.[1] Bezogen auf den gesamten Wohngebäudebestand in Deutschland mit etwa 3,8 Mrd. m² Wohn-fläche[2] ergäbe sich ein Verschiebepotential von etwa 30,4 TWh pro Jahr an Heizwärme bzw. ca. 14 TWh pro Jahr an elektrischer Regelenergie.

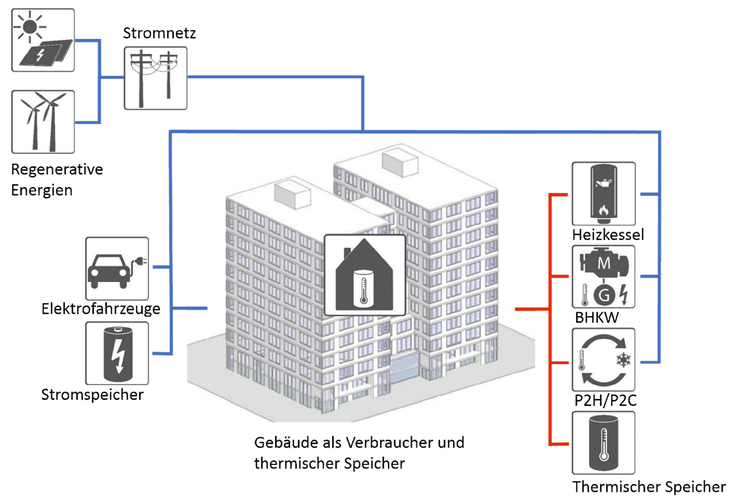

Abb.1: Gebäude als aktive Speicher eines energetischen Gesamtsystems

Kerngedanke

Mit einer von der üblichen Betriebsweise abweichenden Steuerung der Wärme- und Kälteerzeuger (Kraft-Wärme-Kopplung, Power-to-Heat/Power-to-Cool) lassen sich diese unter gezielter Ausnutzung der thermischen Speicherkapazität der Gebäude als aktiv regulierende Komponenten im Smart Grid einsetzen.

Das vorhandene Speicherpotential wird erschlossen, indem anstelle fest vorgegebener Temperaturen, Solltemperaturbänder innerhalb streng einzuhaltender Behaglichkeitsgrenzen zugelassen werden. Das Wärmeübergabesystem beeinflusst dabei die Aufnahme und Abgabe der thermischen Energie in die Bauteile (Abb. 2).

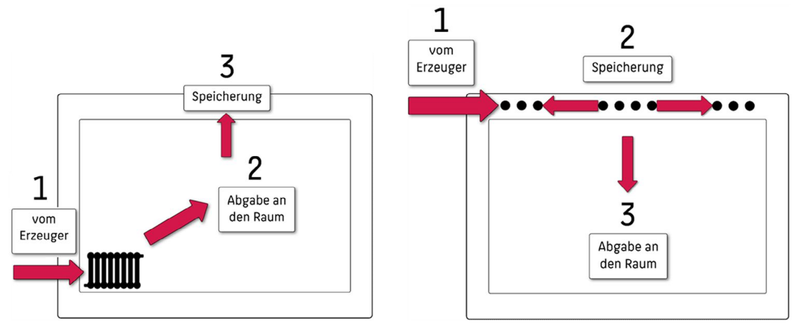

Abb.2: Wärmeabgabe und –speicherung mit Heizkörpern (links) und Betonkerntemperierung (rechts)

Simulationsstudie

Anhand von Gebäuden des EUREF-Campus wird das unterschiedliche Ladeverhalten mittels dynamischer Gebäudesimulation mit der Software IDA ICE abgebildet (Abb. 3 und 4). Hieraus wird ein dynamischer Lade-zustand ermittelt und das energetische Lastverschiebepotential abgeleitet.

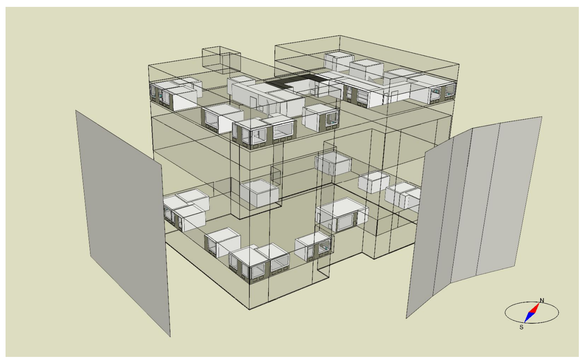

Abb. 3: 3D-Darstellung des Hauses 12/13 in IDA ICE

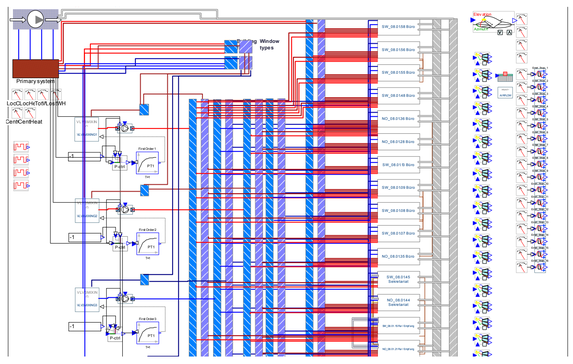

Abb. 4: Detaillierte Modellierung des Gebäudes 12/13 in IDA ICE (Ausschnitt)

Bei einem Sprung der Sollraumtemperatur um 1 Kelvin zeigt sich das träge Verhalten der Betonkerntemperierung (BKT) im Vergleich zum schnell reagierenden Heizsystem (Abb. 5). Im Fall der BKT kann aber auch mehr Wärme in kürzerer Zeit zugeführt werden (diskontinuierlicher Betrieb in Abb. 6), um die gleiche Raumtemperatur zu erreichen.

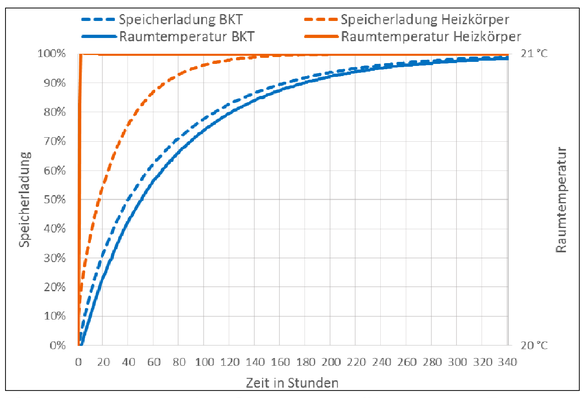

Abb. 5: Sprungantwort der Sollwerterhöhung der Raumtemperatur um 1 Kelvin für die Systeme BKT und Heizkörper

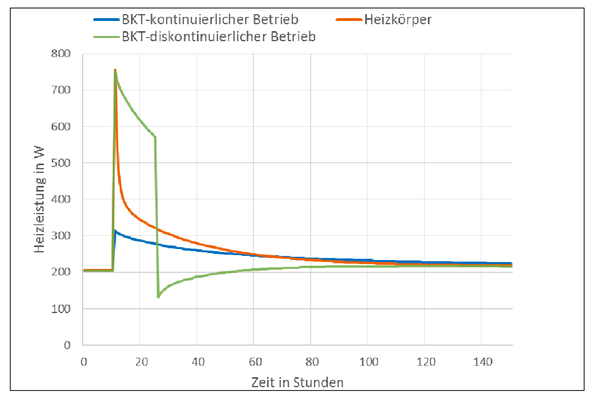

Abb. 6: Abgegebene Heizleistung für die Systeme Betonkerntemperierung und Heizkörper

BIM-Studie

Das Gebäude stellt die hinsichtlich des thermischen Lastverschiebepotentials zu optimierende Infrastruktur dar. Die Simulation wird mit Informationen aus dem virtuellen Gebäudemodell (Building Information Model, BIM) versorgt. Entwickelt werden Level of Details (LOD, Abb. 7) für die Gebäude-simulation, um die Energieeffizienz bereits ab frühen Planungsphasen zu optimieren. Eine mit Hilfe des BIM automatisierte, Regel-basierte Vorauswahl von Zonen (Abb. 8) unterstützt und beschleunigt die Simulation.

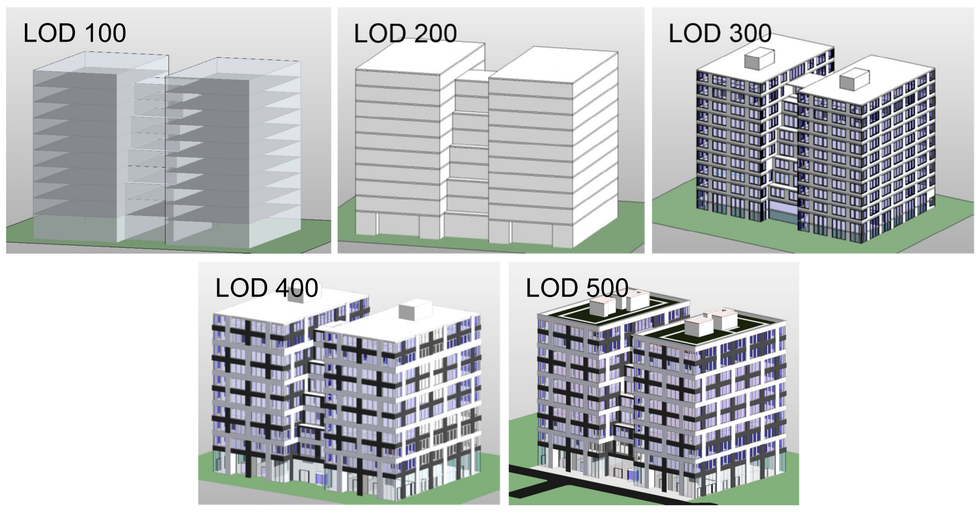

Abb. 7: Entwicklungsstufen am Modell des Gebäudes 12/13 am EUREF-Campus gemäß Level of Detail [3] (LOD 100-500)

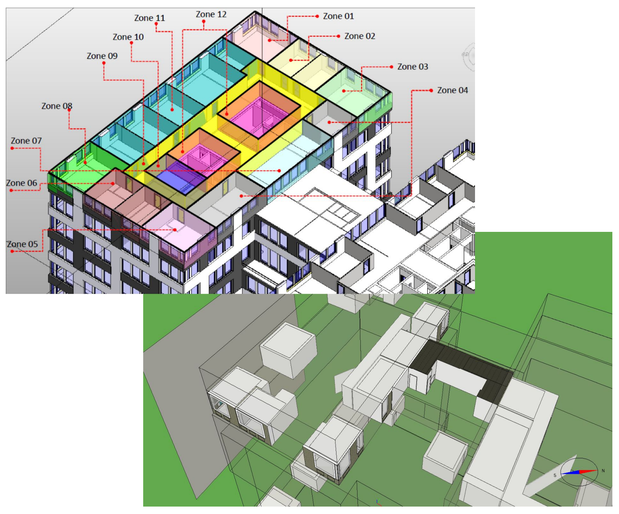

Abb. 8: Pre-Selektion thermischer Zonen automatisiert im BIM und manuell im Simulationsmodell

Quellen: 1 Sick, Friedrich; Füger, Ralph: Netzdienlichkeit von Gebäuden durch Anlagensteuerung in einem Nahwärmenetz. In: 27. Symposium Thermische Solarenergie. Regensburg: OTTI, 2017, S. 1–14
2 Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2017
3 American Institute of Architects (AIA): Guide, Instructions and Commentary to the 2013 AIA Digital Practice Documents. 2013

htw Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin University of Applied Sciences
DAI-Labor Distributed Artificial Intelligence Laboratory
SENSE
BLS ENERGIEPLAN
Schneider Electric
www.mobility2grid.de
SPONSORED BY THE Federal Ministry of Education and Research
RESEARCH CAMPUS Public-Private Partnership for Innovation