

MODELLENTWICKLUNG UND VALIDIERUNG EINER PROGNOSEBASIERTEN STEUERUNG FÜR THERMISCH AKTIVIERTE BAUTEILE IM WOHNBAU

Magdalena WOLF¹, Tobias PRÖLL¹, Martin TREBERSPURG²,
Christoph TREBERSPURG², Wilhelm HOFBAUER³

Einleitung

Für das Heizen und Kühlen von Gebäuden werden rund 30-40 % des Endenergieverbrauchs in Österreich benötigt. Die Deckung des Energiebedarfs von Gebäuden – auch in Hinblick auf zukünftige Smart-City-Konzepte – ist ein wesentlicher Bereich bei der Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien. Besonders das Kühlen von Gebäuden wird in Zukunft eine Herausforderung für Gebäudeplaner sein. Ein in Passivhausbauweise errichtetes Zweifamilienhaus mit thermischer Bauteilaktivierung (TAB) wird mit einer prognosebasierten Steuerung ausgestattet, die das Heizen und Kühlen des Gebäudes unter Berücksichtigung von Wetterprognosen regelt. Das trägt zu einer Reduktion der benötigten Energie für Heizung, Kühlung und Warmwasser und zur erhöhten Behaglichkeit im Wohnraum bei.

Stand des Wissens

Zur detaillierten Modellierung von zeitabhängigen Wärmeflüssen in TAB und in gesamten Gebäuden hat Kreč (1993) [1] das harmonische Leitwertkonzept vorgeschlagen. Dabei können instationäre Wärmeleitvorgänge in inhomogenen Bauteilen unter Berücksichtigung der Wärmespeicherfähigkeit dreidimensional beschrieben werden. Die Ergebnisse zahlreicher Arbeiten im Bereich thermischer Bauteilaktivierung werden von Kolokotsa et al. (2011) [2] zusammengefasst. Konzepte für modellprädiktive Regler für Büro- und Wohngebäude werden unter anderem von Bianchini et al. (2016) [3] und Fiorentini et al. (2017) [4] vorgeschlagen.

Methodik

Ziel der prognosebasierten Steuerung ist die Optimierung der Komfortbedingungen in den Wohnräumen. Mit Hilfe von Wetterprognosedaten wird für die kommenden 48 Stunden der nötige Heiz/Kühlleistungsverlauf für das Gebäude kalkuliert, um die gewünschte Solltemperatur zu erzielen. Dazu ist ein Modell des Gebäudes nötig, mit dem die Raumtemperatur prognostiziert werden kann. Als Basis für das Gebäudemodell werden die ein- bzw. austretenden Energieströme im Gebäude, unter Berücksichtigung der solaren Einstrahlung, bilanziert. Abbildung 1 zeigt schematisch das Gebäudemodell. Abgeleitet aus dem Gebäudemodell wird für die Optimierung als einfachste Zielfunktion die Abweichung der Fehlerquadratsumme der Solltemperatur von der prognostizierten Raumtemperatur minimiert. Der optimierte Heiz/Kühlleistungsverlauf wird an das Heizsystem, im Testobjekt eine Solewärmepumpe mit Pufferspeicher, übergeben. Über einen Mischer wird die gewünschte Heiz/Kühlleistung, die dem Gebäude zu bzw. abgeführt wird, eingestellt. Zudem wird die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe auf die gewünschte Mischtemperatur abgestimmt. Zur Modellvalidierung und -optimierung wird ein ausführliches Messmonitoring durchgeführt. Neben den Raumtemperaturen und den Temperaturen in den thermisch aktivierten Decke werden die ein- bzw. austretenden Wärmemengen aus dem Gebäude aufgezeichnet.

¹ Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Verfahrens- und Energietechnik,
Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien, 01 / 47654 - 89315, magdalena.wolf@boku.ac.at,
www.boku.ac.at

² Treberspurg & Partner Architekten Ziviltechniker GmbH, Penzingerstraße 58, 1140 Wien,
01 / 894 3191, office@treberspurg.at, www.treberspurg.com

³ Technisches Büro Hofbauer, Penzingerstraße 58, 1140 Wien, 01 / 894 3191 – 11,
technisches.buero.hofbauer@utanet.at

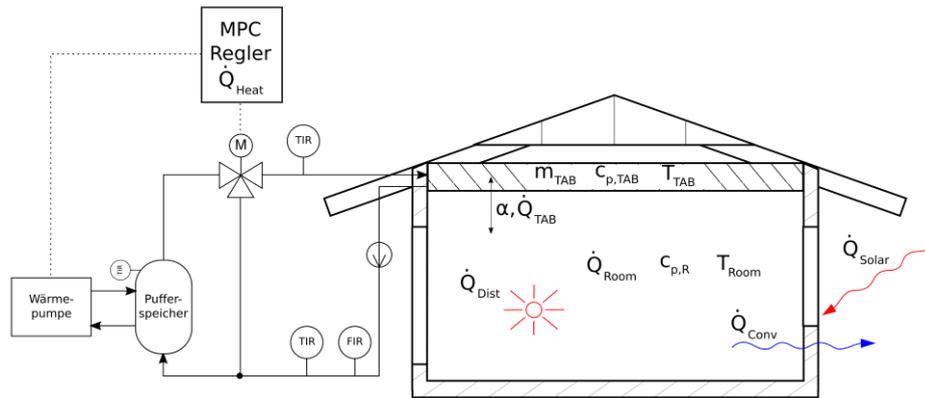


Abbildung 1: Gebäudemodell für die prognosebasierte Regelung mit Berücksichtigung der ein- und austretenden Energieströme

Ergebnisse

Derzeit läuft das Betriebsmonitoring im Gebäude. Erste Ergebnisse zeigen, dass das Optimierungsverfahren unter Berücksichtigung der solaren Einstrahlung zu einer Lösung führt. Bei der Modellvalidierung zeigt sich, dass unvorhersagbare Störgrößen, bedingt durch individuelles Nutzerverhalten, als Störgrößenfaktor in der Modellierung berücksichtigt werden können. Die beiden Wohneinheiten werden auf Grund von unterschiedlichen bauspezifischen Parametern separat untersucht und um einen individuellen Störfaktor, abhängig von Außentemperatur und individuellem Nutzerverhalten, ergänzt. Dieser Störgrößenfaktor variiert zwischen Sommer und Wintermonaten. Die derzeitigen Ergebnisse zeigen, dass das Gebäudemodell, mit Erweiterung eines Störfaktors, die Rauminnentemperatur voraussagen und mittels Optimierungsverfahren die optimale Heiz/Kühlenergie prognostiziert werden kann.

Referenzen

- [1] K. Kreč, "Zur Wärmespeicherung in Baukonstruktionen," Gesundheits - Ingenieur - Haustechnik - Bauphysik - Umwelttechnik 114, vol. 1, 1993.
- [2] D. Kolokotsa, D. Rovas, E. Kosmatopoulos, and K. Kalaitzakis, "A roadmap towards intelligent net zero- and positive-energy buildings," Solar Energy, vol. 85, pp. 3067-3084, 2011.
- [3] G. Bianchini, M. Casini, A. Vicino, and D. Zarrilli, "Demand-response in building heating systems: A Model Predictive Control approach," Applied Energy, vol. 168, pp. 159-170, 2016.
- [4] M. Fiorentini, J. Wall, Z. Ma, J. H. Braslavsky, and P. Cooper, "Hybrid model predictive control of a residential HVAC system with on-site thermal energy generation and storage," Applied Energy, vol. 187, pp. 465-479, 2017.