

BAUSIM 2006: WPR – WETTERPROGNOSEN-GEFÜHRTE REGELUNG THERMISCH AKTIVIERTER DECKEN

Robert Himmler¹, Markus Peter¹, Christian Sasse¹, N. M. Fisch¹ und Ralph Cerny²

¹Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS), TU Braunschweig, Germany

¹Mühlenpfrodtrasse 23, 38106 Braunschweig, Tel. 0531/391-3555

¹www.igs.bau.tu-bs.de

²Meteocontrol GmbH, Augsburg, Germany

²Spicherer Strasse 48, 86157 Augsburg, Tel. 0821/34666-20

KURZFASSUNG

Thermisch aktivierte Decken – sog. Betonkernaktivierungen (BKA) – finden in den letzten Jahren vermehrt Einsatz in Bürogebäuden und bieten eine kostengünstige Alternative zu konventionellen Kühl- und Heizflächen. Für einen energetisch sinnvollen Betrieb und hohen Nutzerkomfort ist eine ausgereifte Regelung der thermisch trägen BKA-Systeme unentbehrlich. Die Integration hochwertiger auf den Gebäudestandort abgestimmter Wetterprognosen bietet die Chance, die Phasenverschiebung zwischen Einleiten des Regelvorgangs und Erreichen des Sollzustands zu kompensieren. Das IGS untersucht in Kooperation mit der Firma Meteocontrol GmbH Augsburg im Rahmen eines BMWi geförderten Forschungsvorhabens die Potentiale Wetterprognosegeführter Regelung (WPR). Ziel ist die Überprüfung möglicher Steigerungen der energetischen und wirtschaftlichen Effizienz sowie Verbesserungen des Nutzerkomforts.

ABSTRACT

Concrete Core Activations (CCA) are getting more and more popular in today office buildings due to their low investment cost and their high user acceptance. CCAs are characterised by their slow control reaction rate. In order to reach energy efficiency as well as a high user comfort it is necessary to implement a sophisticated control algorithm for these systems. Highly advanced weather predictions make it possible to close this time gap between starting the control action and reaching the desired control status of CCA-systems. Therefore the IGS works on developing a weather-predicted-control algorithm in cooperation with Meteocontrol GmbH in Augsburg.

Our TRNSYS simulations show that the potential of such a control algorithm lies in a more demand-oriented and more efficient charging and discharging of a CCA. In spring and autumn times conventional control strategies often lead to an overlapping of heating and cooling phases. A prediction-driven control diminishes this problem in a great matter. Cornerstone of a weather-prediction-driven control of CCA-systems lies in the alignment between the

charged or discharged heat quantity into and out of a thermal zone and the in future times being fed heat quantity into that zone (known by the prediction).

In a continuing R&D-project the developed prototype will be tested under day to day conditions to proof its usability.

FUNKTIONSWEISE VON BKA

Immer häufiger kommen zum Heizen und Kühlen von Bürogebäuden Systeme mit Betonkerntemperierungen zum Einsatz. Das System der Betonkerntemperierung kann grundsätzlich als thermischer Speicher mit gekoppeltem Wärmeübertrager bezeichnet werden. Die thermische Beladung im Heizfall und Entladung im Kühlfall ist über die Einschaltzeiten der Umwälzpumpe und die Steuerung der Vorlauftemperatur aktiv beeinflussbar. Die Wärmeübertragung von der Decke an den Raum (Heizfall) bzw. vom Raum an die Decke (Kühlfall) erfolgt weitgehend passiv, abhängig von der Deckenoberflächen und der operativen Raumtemperatur. Je nach Deckenstärke und Einbautiefe der Rohrregister erhält man mit einer Verzögerung von 12 bis 24 Stunden eine Sprungantwort beispielsweise auf eine Änderung der Vorlauftemperatur. Die thermische Trägheit des Betons macht man sich zum Beispiel im Kühlfall zunutze, um die Geschossdecken rückzukühlen. Die Vergleichmäßigung der Heizleistung und Senkung der Vorlauftemperaturen ist in Kombinationen mit Wärmepumpe ein weiterer Vorteil.

Dem gegenüber steht die Problematik beim Betrieb der BKA in den Übergangszeiten Frühling und Herbst mit schnell aufeinanderfolgenden Wechseln zwischen Heiz- und Kühlbedarf. Aufgrund der thermischen Trägheit der Betonkerne kommt es in diesen Fällen mit konventionellen Regelstrategien häufig zu Überschneidungen von Kühl- bzw. Heizbetrieb der BKA bei entgegengesetzten Heiz- bzw. Kühlbedarf des Gebäudes.

Als mögliche Lösung wird am IGS in Kooperation mit der Firma Meteocontrol GmbH Augsburg ein Regelalgorithmus zur Wetterprognose-geführte Regelung von Betonkernaktivierungen entwickelt und die Potentiale der Wetterprognose-geführten Regelung (WPR) hinsichtlich energetischer und

wirtschaftlicher Effizienz sowie Verbesserung des Nutzerkomforts untersucht.

WETTERPROGNOSE-GEFÜHRTE REGELUNG

Ziel der Wetterprognose-geführte Regelung (PreCon = Predicted Control) ist es, auf Basis von Wettervorhersagen und Nutzungsprofilen des Gebäudes die zu erwartenden Lasten zu prognostizieren, um den Betonkern schon im Voraus entsprechend be- bzw. entladen zu können. (Abbildung 1)

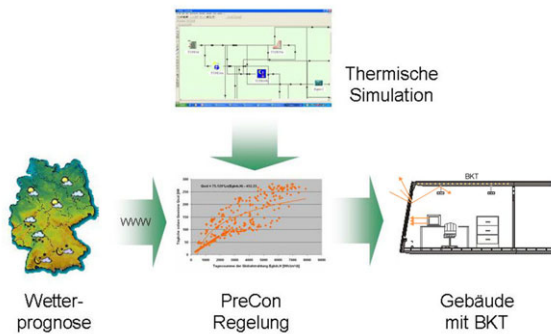


Abbildung 1 Ablaufschema WPR

Dazu wurde am IGS der Regelalgorithmus entsprechend Gleichung (1) entwickelt:

Regelalgorithmus Predicted Control:

$$T_{VL} = T_{RL} - Q_{ges} / (m \cdot c_p \cdot dt) \quad (1)$$

BKT ein, wenn 20:00 Uhr - 8:00 Uhr

mit:

T_{VL} Vorlauftemperatur BKA
 T_{RL} Rücklauftemperatur BKA
 Q_{ges} Summe zu erwartenden interne und externe Lasten

$$= Q_{sol}(E_{glob,prog}) + [Q_{WT}(T_{amb,prog}) \text{ ODER } Q_{WE}(T_{amb,prog})]$$

Eine erste Bewertung hinsichtlich Energieeffizienz Wirtschaftlichkeit und Nutzerkomfort der Wetterprognose-geführte Regelung wird für unterschiedliche Lastfälle mit Hilfe von historischen Wetterprognosen und Wetterdatensätzen in Vergleichssimulationen mit der Regelstrategie nach Olesen (Gleichung (2)) sowie für konventionelle Heiz- und Kühlsysteme (Gleichung (3a) und (3b)) durchgeführt. Die unterschiedlichen Wetterregionen in Deutschland werden in den Simulationen durch eine Überprüfung an den Standorten Berlin, Hamburg und Mannheim berücksichtigt. Zum Einsatz kommt das validierte Simulationsprogramm TRNSYS 15.

Regelstrategie nach Olesen:

$$T_{VL} = 0,52 * (20 - T_{amb}) + 20 - 1,6 * (T_{Büro} - 22) \quad (2)$$

BKT ein, wenn $T_{Büro} < 21^\circ\text{C}$ ODER $T_{Büro} > 23^\circ\text{C}$

mit:

T_{amb} Außentemperatur
 $T_{Büro}$ Raumtemperatur

Konventionelle Systeme

(z.B.: Kühldecke / Heizkörper)

Heizung ein, wenn $T_{Büro} < 22^\circ\text{C}$ (3a)

Kühlung ein, wenn $T_{Büro} > 24^\circ\text{C}$ (3b)

Die Simulationen am IGS zeigen, dass die Potentiale einer solchen Regelung in einem bedarfsorientierten und damit effizienten Belade- und Endladebetrieb der Speichermassen liegen. So können bei Klimawechseln oder z. B. geringerer Globalstrahlung die Speichermassen frühzeitig be- und entladen werden. Eine Überschneidung von Heiz- und Kühlphasen wird verringert. Dabei zeigt es sich, dass eine nächtliche Beladung der Deckenspeichermassen die größten Potentiale besitzt. Das System basiert auf dem Abgleich der der thermischen Zone entzogenen Wärmemenge mit der durch die Prognose bekannten zugeführten Wärmemenge in der Folgezeit.

Wichtig für die Potentialausschöpfung eines WPR von BKA-Systemen ist die Höhe der auf die thermische Zone aufgeprägten externen Last. Bei einer durch die Fassadenqualität definierte niedrige externe Last ist mit dem höchsten Potential für eine WPR in den Bereichen Energieeinsparung und Nutzerkomfort zu rechnen. (Abbildung 2)

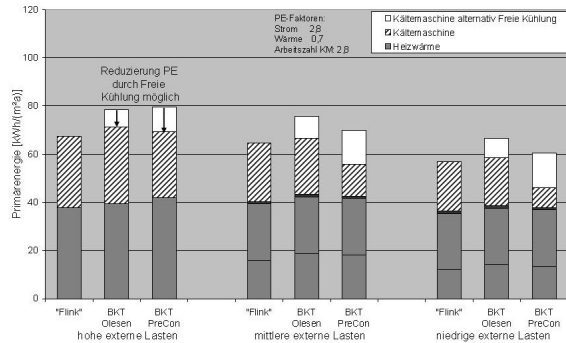


Abbildung 2 Einsparpotential BKA-Regelung nach PreCon

Angestrebt wird in einem vertieften Folgeprojekt die entwickelten Regelalgorithmen in eine vorhandene Gebäudeleittechnik zu implementieren und im praktischen Betrieb zu untersuchen.

LITERATUR

Olesen, B.; Dossi, F. C.: Neue Erkenntnisse über Regelung und Betrieb für die Betonkernaktivierung; Velta Kongress 2004.