

Optimierung des Gebäudebetriebs durch die Auswertung von Wetterprognosen

Dipl.-Ing. Thomas Feldmann, Jesus da Costa Fernandes, MSc, Prof. Elmar Bollin, Forschungsgruppe „Nachhaltige Energietechnik“ an der Hochschule Offenburg, Badstr. 24, 77652 Offenburg, Tel. 0781/205342, E-Mail: thomas.feldmann@fh-offenburg.de

Im Sommer 2006 wurde die Nachtlüftung zur Gebäudekühlung des Solar Info Centers in Freiburg mit dem im Rahmen des durch die Landesstiftung Baden-Württemberg geförderten Forschungsprogramms zaifh.net entwickelten Verfahren der intelligenten dynamischen Betriebsführung (IdB) betrieben. Das Verfahren wurde erstmals an einem Bürogebäude getestet.

Im Freiburger Solar Info Center einer Bürogebäude mit 12.000 m² Nutzfläche ist keine aktive Klimatisierung der Büroräume durch Kältemaschinen oder Geothermie integriert. Um eine sommerliche Überhitzung der Räume zu vermeiden, wird das Gebäude mit Nachtluft gespült. Dazu wird die Abluftanlage mit erhöhtem Luftwechsel gefahren. Acht Dachventilatoren mit einer Gesamtleistung von 41 kW verbrauchen zusammen bis zu 250 kWh an elektrischer Energie in einer Sommernacht. Gelüftet wird in der Zeit zwischen 00:30 Uhr und 06:30 Uhr, wenn die Raumtemperatur größer als 21 °C ist, die Außentemperatur einen unteren Grenzwert von 12 °C nicht unterschreitet und eine Mindesttemperaturdifferenz von 3 °C besteht. Die Ventilatoren sind mit Frequenzumrichter ausgerüstet, eine stufenlose Drehzahlregelung ist aber nur im Tagbetrieb vorgesehen. In der Nacht laufen die Ventilatoren immer mit einem Sollwert

von 100 Prozent. Mögliche Einsparpotenziale liegen in Zeiten kühler oder wechselhafter Witterung, in denen die Ventilatoren mit kürzeren Betriebszeiten und verringertem Luftwechsel betrieben werden können.

Funktionen der dynamischen Betriebsführung

Für den Versuch wurde einer der Haupt-Abluftventilatoren ausgewählt (Abb. 1). Er fördert bis zu 5.250 m³/h und belüftet zehn Mieteinheiten in fünf Stockwerken mit insgesamt 1.500m². Die Anbindung des in Offenburg stationierten IdB-Rechners an das Gebäude in Freiburg erfolgt mit einer DataSocket Verbindung über Internet an einen OPC-Server, der den Zugang in die Gebäudeautomation ermöglicht. Die Anbindung der IdB in Offenburg an das SIC Freiburg ist in Abb. 2 dargestellt.

Alle 15 s wurden Außen- und Raumtemperaturen nach Offenburg übertragen, zur Freiburger GLT gingen Sollwerte für die Nachtlüftungssteuerung. Diese steuerte Luftklappen und Volumenstromregler in den einzelnen Zonen (zwei pro Stockwerk, insgesamt zehn) und gab den Sollwert für den Abluftdruck des Dachventilators vor. Zusätzlich wurden Freigaben, Störmeldungen und Funktionsüberwachungssignale übertragen. Die GLT wurde um

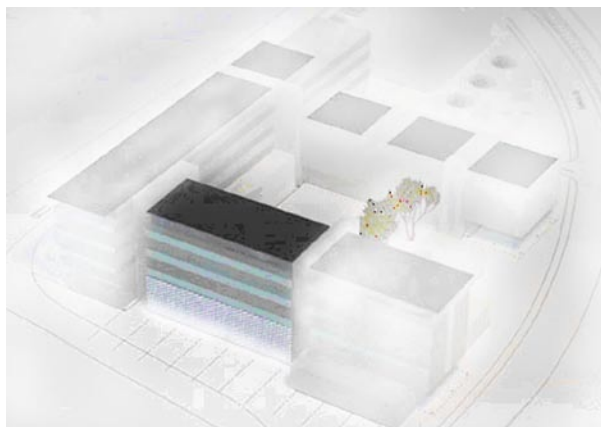


Abb.1 Versuchszonen



Dipl.-Ing. Th. Feldmann



J. da Costa, MSc.



Prof. E. Bollin

eine Visualisierung der IdB-Funktionen erweitert.

Ein wissensbasiertes Expertensystem, erstellt nach der Methode des Fuzzy Decision Makings, bestimmt aus lediglich zwei Parametern die notwendige Intensität der Nachtlüftung. Dies sind die Raumtemperatur zu Beginn der Nachtlüftung um 00:15 als Maß für den thermischen Zustand der Gebäudemassen und die für den nächsten Tag vorhergesagte maximale Außentempe-

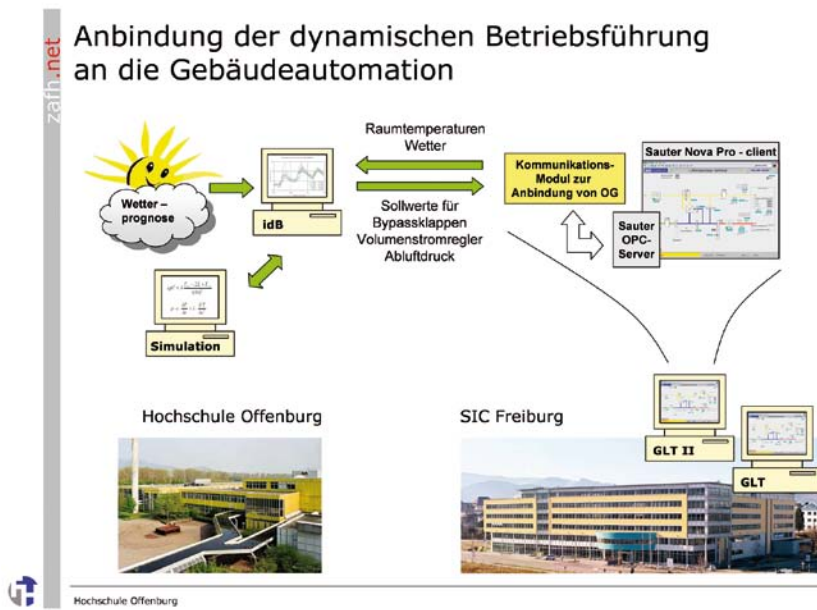


Abb.2: Anbindung der idB an das sic Freiburg

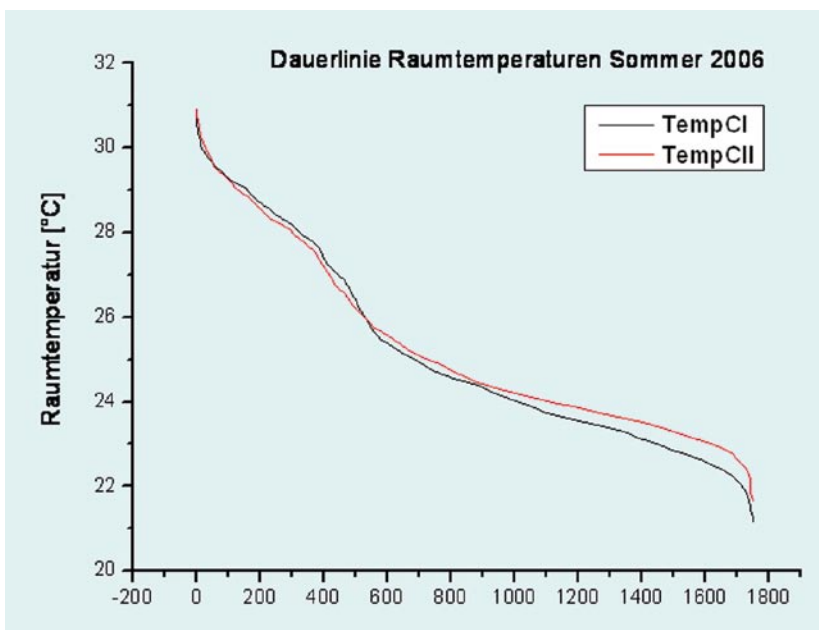


Abb.3: Dauerlinien Raumtemperatur

ratur. Die Raumtemperatur um Mitternacht ist ein guter Indikator für die saisonale Aufheizung der thermischen Speichermassen des Gebäudes. Im Frühjahr kühlt ein Raum schneller ab als im Spätsommer, da die Wände und Decken noch nicht so viel thermische Energie gespeichert haben.

Für jede Zone kann die Strategie variiert werden, abhängig davon, wie hoch die thermische Belastung ist und

ob die Lage der Räume Fensterlüftung am Morgen zulässt, oder die Lärmbelastung durch den Autoverkehr geschlossene Fenster erfordert. Auch nicht vermietete Räume können berücksichtigt werden.

Ergebnisse

Um zu klären, ob die verringerten Laufzeiten und Lüfterdrehzahlen zu

höheren Raumtemperaturen in den IdB-gesteuerten Zonen geführt haben, wurde für jedes 10-min-Messintervall der Temperaturmittelwert aus den Raumtemperaturen gebildet. Dieser wurde dann mit der Nachbarzone C1 verglichen. Die Dauerlinien der beiden Zonen in Abb. 3 zeigen, dass durch die verringerten Laufzeiten und Drehzahlen des Abluftventilators keine Verschlechterung des Komforts aufgetreten ist.

Ein Vergleich der Stellsignale ist in Abb. 4 dargestellt. Die Verringerung der Laufzeiten und Drehzahlen ist deutlich zu erkennen.

Um abschätzen zu können, wie viel Energie durch die IdB-Steuerung der Nachtlüftung eingespart wurde, wurden die Laufzeiten der Ventilatoren in der Vergleichszone C1 zu Grunde gelegt, die immer mit 100 Prozent Leistung betrieben werden.

Die Ergebnisse zeigt Abb. 5. Die Balken in dunkelgrün und rot zeigen den gemessenen Energieverbrauch des IdB-gesteuerten Ventilators C2. In hellblau und magenta ist der Energieverbrauch dargestellt, der sich ergeben hätte, wenn die Zone 2 auf herkömmliche Art und Weise betrieben worden wären. Die Aufteilung in jeweils zwei verschiedene Farben kommt daher, daß die herkömmliche Nachtlüftung fest zwischen 00:30 Uhr und 06:30 Uhr stattfindet, die idB schon um 00:15 Uhr beginnt und bis 07:00 Uhr oder 08:00 Uhr lüftet.

Der Mehrverbrauch durch diese längeren Laufzeiten wurde rot eingezeichnet. Der Verbrauch in Zeiten konventioneller Lüftung in dunkelgrün beziehungsweise hellblau. Es ergibt sich ein gemessener Gesamtenergieverbrauch von 1.224 kWh für die dynamische Betriebsführung und ein errechneter von 1.987 kWh für die Annahme konventioneller Lüftung. Die Einsparung beträgt also 763 kWh oder 38 Prozent.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Programms Klimazwei wurden im Forschungsvorhaben „Simulationsgestützte Automation für die nachhaltige sommerliche Klimatisierung von Gebäuden“ die Funktionen der dynamischen Betriebsführung wei-

terentwickelt. Sie wurden so weit vereinfacht, dass sie direkt in den DDC-Steuerungen der Gebäudeautomation implementiert werden konnten. Seit Frühjahr 2007 wird die Nachtlüftung im gesamten Gebäude durch das beschriebene Expertensystem geregelt, Parametereinstellungen können am Rechner Gebäudeleittechnik vorgenommen werden.

Weiterhin wurden neue Methoden für den Empfang der Wetterprognosen entwickelt. In Zusammenarbeit mit einem Wetterdienstleister wurde ein Webservice eingerichtet, der den Empfang stark vereinfacht und standardisierte Schnittstellen für die Integration von Wetterprognosen in die Gebäudeautomation ermöglicht. In Zukunft soll auch der Empfang über Langwelle ermöglicht werden, so dass keine Internetanbindung der Gebäudeautomation mit ihren nicht ganz auszuschließenden Risiken mehr notwendig ist.

Im Rahmen des genannten Klimazwei-Projekts wird im Moment eine Anwendung entwickelt, die die Bauteiltemperierung von Gebäuden optimieren wird. Hierzu werden wieder Wetterprognosen, aber auch Belegungs- und Nutzungsprognosen sowie dynamische Gebäudesimulation eingesetzt. Die Problemfelder sind hier die große Trägheit des Systems und das optimierte Zusammenspiel zwischen Bauteiltemperierung und zusätzlichen Heiz- und Kühlmöglichkeiten.

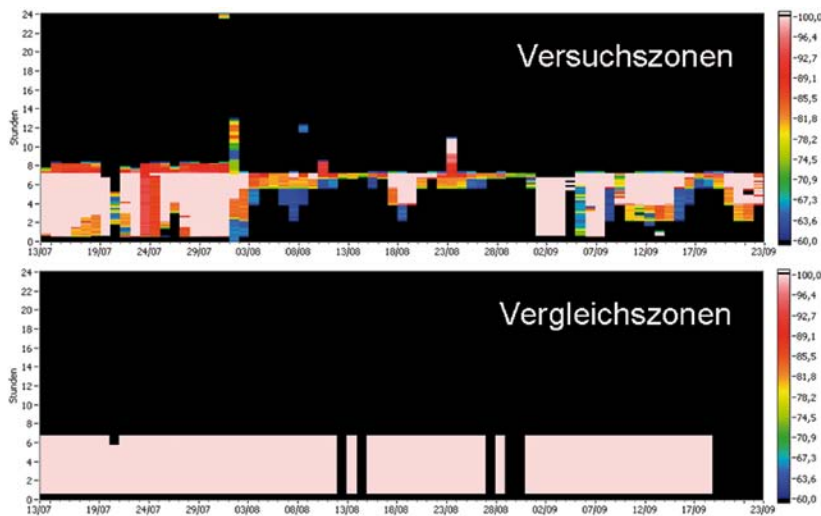


Abb.4: Vergleich Stellsignale Abluftventilatoren

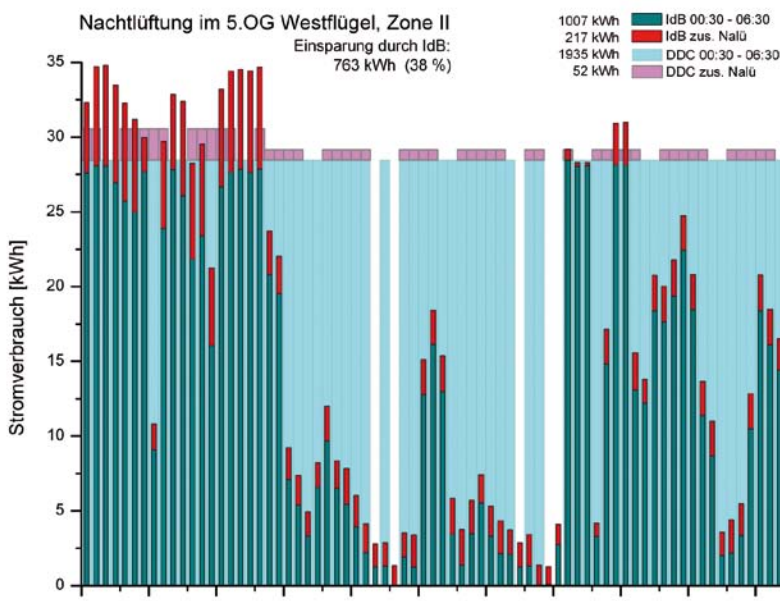


Abb.5: Vergleich Energieverbrauch