CoolAIR

Prädiktiv gesteuerte passive Gebäudkühlung mittels natürlicher Nachtlüftung und tageslichtoptimierter Verschattung.

Programm / Ausschreibung	ENERGIE DER ZUKUNFT, SdZ, SdZ Reservelistenprojekte 4 AS	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2018	**Projektende**	31.12.2021
Zeitraum	2018 - 2021	**Projektlaufzeit**	48 Monate
Keywords	ventilative Kühlung; Verschattung; dezentrale prädiktive Regelung; Low-Tech		

Projektbeschreibung

Die Thematik der Überwärmung von Räumen betrifft mittlerweile nicht nur mehr heiße Sommertage sondern tritt auch schon in den Übergangszeiten auf, womit der Kühlbedarf auch in unseren Breitengraden stetig zunimmt. Passive Maßnahmen wie tageslichtoptimierte Verschattung und natürliche Nachtlüftung weisen vor allem in Ihrer Kombination ein äußerst hohes Potential zur energieeffizienten und kostengünstigen Kühlung von Gebäuden auf. Dennoch gibt es in der praktischen Umsetzung systembedingte Grenzen.
Soll die Kühlung über reine Fensterlüftung realisiert werden, stellen sich bereits bei der Konzeptionierung erste Schwierigkeiten. Einflussgrößen wie thermisch induzierte Auftriebskräfte oder Querlüftung bleiben im Zuge von vereinfachten Berechnungsvorschriften in der Planung und Auslegung unberücksichtigt oder benötigen komplexe, individuelle Simulationen. Klassische zeit- oder temperaturgesteuerte Regelstrategien können zudem das Potential der passiven Maßnahmen nicht voll ausschöpfen. Gebäudeübergreifende Ansätze und/oder innovative Regelstrategien wie die Einbindung von Wetterprognosen verbessern zwar die Effizienz, setzten jedoch komplexe, zentral gesteuerte Gebäudeleittechnik mit Datenanbindung zu den einzelnen Sensoren und Aktoren voraus. Neben Problemen in der Skalierbarkeit und Konfiguration sowie dem hohen Engineering-Aufwand stößt dieser Ansatz insbesondere bei der nachträglichen Ausstattung und v.a. in historischen und denkmalgeschützten Gebäuden an die Grenzen der Umsetzbarkeit.
Das Projekt CoolAIR verfolgt den Ansatz einer autonomen modellbasierten prädiktiven Regelung, den thermischen Innenraumkomfort durch abgestimmte natürliche Nachtlüftung in Kombination mit tageslichtoptimierter Verschattung ohne vorhergehende Simulation und ohne Engineering-Aufwand in der Installation nach dem Plug & Play Prinzip zu regeln. Die Lüftung wird dabei lediglich durch die Nutzung und teilweise Automatisierung bereits vorhandener Lüftungsöffnungen (Fenster, Brandrauchentlüftungen, Türschlitze, etc.) gewährleistet.
Neuartig dabei ist, dass die Regelstrategien auf Raumebene heruntergebrochen werden und dass sich das Raummodell an spezifische Bedingungen wie lokal auftretende Wärmeinseleffekte, individuelle Raumgeometrien und unterschiedliche bauphysikalische Eigenschaften des Gebäudes automatisch und selbstlernend anpasst. Aufgrund der prädiktiven modellbasierten Regelung können die einzelnen Raumcontroller autonom mit minimaler Sensorik agieren und benötigen keine Vernetzung zu gebäudezentralen Komponenten. Zusätzlich zu diesem neuartigen Regelalgorithmus werden Methoden zur Potentialabschätzung der Fensterlüftung und Verschattung unter Berücksichtigung von vorhandenen Gebäudestrukturen

entwickelt.
Durch die selbstlernende kombinierte Steuerung von Verschattung und Nachtlüftung gekoppelt an den Einzelraumansatz ermöglicht CoolAIR eine extrem skalierbare, ressourcenschonende Lösung zur Senkung des Überwärmungsrisikos von Einzelräumen bis zu ganzen Gebäudeabschnitten bei gleichzeitiger Erhöhung des Nutzerkomforts.

Abstract

Whereas overheating of rooms has been relevant only for limited hot periods during summer time, nowadays the problem is increasingly occurring also during transitional seasons. As a result the need for cooling solutions as well as the energy consumed by ventilation and air conditioning systems is increasing. Passive measures such as natural nighttime ventilation and daylight-optimized shadowing are high potential approaches to efficiently and economical cool buildings. In particular, combining the two technologies allows to increase this potential. However, in practical implementations there are certain limitations preventing a full utilization of the available potential.
In case cooling is to be realized purely by means of window ventilation, additional difficulties arise during planning, installation and operation: During design phase multiple parameters such as buoyancy forces or cross-ventilation are neglected in simple calculation guidelines or require individual complex building simulations to be determined. Standard time or temperature-based control strategies are either unable to utilize the full potential or violating fundamental comfort levels. Innovative approaches such as predictive control facilitating weather forecasts or controls aggregating building zones improve the efficiency; yet require complex, central building automation control systems (BACS) and networks connecting sensors and actuators. Limited scalability, high engineering efforts and complex configuration are immanent in these solutions. Retrofitting and implementation in historic and listed buildings is economically hardly worthwhile.
The project CoolAIR pursues a plug & play approach for room temperature regulation by means of an autonomous configuring, model-based predictive combined control of natural nighttime ventilation and daylight-optimized shadowing. Ventilation is hereby assured simply by using and partially automating already existing ventilation openings such as windows, smoke outlets, door slits or air ducts. At the same time, engineering and installation efforts are reduced.
The novelty of this approach is a room centric design based on a self-adapting model-based predictive control algorithm. By including self-learning capabilities the model automatically adapts to specific conditions of the room ranging from individual room geometries to locally occurring heat islands effects or different thermal characteristics of the building (zone). Due to the predictive model-based control only a minimum of local sensors preferable located at the window and no building automation network are required. In addition, new methods are developed to estimate cooling potential of window ventilation and daylight-optimized shadowing.
The self-learning combined control of shadowing and window-based nighttime ventilation, coupled with the single-room control approach of CoolAIR is an extremely scalable, resource-friendly solution that prevents overheating of individual rooms up to entire buildings or building sections while increasing the comfort for the occupants.

Projektkoordinator

- Universität für Weiterbildung Krems Department für Bauen und Umwelt

Projektpartner

- Forschung Burgenland GmbH
- Fürstner RWA Systeme und Technik GmbH
- Gerstmann Johann Ing.

- Woschitz Engineering ZT GmbH
- ZACH Antriebe GmbH