

ZEBdemo

Entwicklung und Demonstration eines skalierbaren Zero Emission Buildings zur Realisierung von klimaneutralen Städten

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Energie- u. Umwelttechnologien, Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt TIKS (früher: Stadt der Zukunft)	Status	laufend
Projektstart	01.06.2024	Projektende	30.05.2028
Zeitraum	2024 - 2028	Projektlaufzeit	48 Monate
Keywords	Zero Emission Building; ökologische Baumaterialien; nachhaltiges Bauen; Data Driven Predictive Control; Wärmepumpe;		

Projektbeschreibung

Die Realisierung von Klimaneutralität in städtischen Gebäuden und Quartieren verlangt nach innovativen Lösungen, die eine hohe Gebäudequalität mit minimalem Ressourcenverbrauch und geringsten Emissionen im laufenden Betrieb verbinden. ZEBdemo adressiert diese Herausforderung durch einen ganzheitlichen Ansatz, der auf die Reduktion von CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus von Wohngebäuden abzielt. Während passive Maßnahmen in der Nutzungsphase bereits zu signifikanten Emissionsreduktionen geführt haben, verursachen die für höhere Wärmedämmstandards erforderlichen Materialien und Prozesse erhöhte CO₂-Emissionen in der Bauphase. Studien zeigen, dass die vor Nutzung freigesetzten Kohlenstoffemissionen zukünftig bis zu 50 % der Lebenszyklusemissionen eines Gebäudes ausmachen könnten, wodurch die Reduktion des eingebundenen Kohlenstoffs in Baumaterialien eine zentrale Rolle einnimmt.

ZEBdemo fokussiert daher auf einen umfassenden Ansatz, der die CO₂-Emissionen bereits in der Baustoffproduktion und Konstruktion maßgeblich reduziert und gleichzeitig die Voraussetzungen schafft die operativen Emissionen durch ein aktive Lastverschiebung zu minimieren. Durch die gezielte Weiterentwicklung von Lehmziegel, Strohdämmung, hygrothermische Lehmdecke zur Heiz- und Kühlanwendung sowie wasserdurchlässige Fahrbahnbefestigungen werden CO₂ intensive Baustoffe wie Stahlbeton sowie mineralölbasierte Dämmstoffe und Straßenbeläge ersetzt. Die CO₂ armen/freien Baustoffe leisten einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des eingebundenen Kohlenstoffes sowie zur Verbesserung der Kreislaufwirtschaft und regionalen Wertschöpfung. Gleichzeitig wird durch den Einsatz von Lehm in der Gebäude-Konstruktion und im Flächenheiz- und Kühlsystem eine hohe thermische Trägheit des Gesamtsystems sichergestellt.

Die Reduktion der CO₂-Emissionen innerhalb der Betriebsphase wird durch ein neuartiges Building Emission Management erreicht. Es ermöglicht die Anpassung der Wärmepumpenleistung, sodass elektrische Energie nur in jenen Zeiten bezogen wird in denen geringe CO₂-Emissionswerte vorliegen (hoher Windenergieanteil im öffentlichen Netz oder lokal verfügbare Photovoltaik Erzeugung). Zur Lastverschiebung wird die thermische Trägheit des Gebäudes ausgenutzt. Ergänzend werden die Integrationsmöglichkeiten von Flächenheiz- und Kühlsystemen, Verschattung, PV-Anlage, elektrischen Speichers etc. berücksichtigt. Darüber hinaus werden die Anforderungen an den thermischen Komfort mittels Constrain-Funktionen

beachtet. Um die Skalierbarkeit zu erhöhen werden dazu datengetriebene Methoden (Data Driven Predictive Control Approach) eingesetzt.

Die Evaluierung der entwickelten Materialien und Methoden erfolgt in einem Langzeittest in einem Demonstrationsgebäude, um die Effekte auf den hygrothermischen Komfort, die Vermeidung sommerlicher Überhitzung und die CO₂-Einsparpotenziale umfassend zu analysieren. Die gewonnenen Erkenntnisse werden abschließend auf den mehrgeschossigen Wohnbau übertragen, um deren Anwendbarkeit für die Schaffung klimaneutraler Städte zu demonstrieren und die Multiplizierbarkeit der Lösungen zu bestätigen.

Abstract

The realization of climate neutrality in urban buildings and neighbourhoods demands innovative solutions that combine high building quality with minimal resource consumption and minimal emissions during operation. ZEBdemo addresses this challenge through a holistic approach aimed at reducing CO₂ emissions throughout the life cycle of residential buildings. While passive measures during the usage phase have already led to significant emission reductions, the materials and processes required for higher thermal insulation standards lead to increased CO₂ emissions during the construction phase. Studies indicate that pre-use carbon emissions could account for up to 50% of a building's life cycle emissions in the future, underscoring the central role of reducing embedded carbon in building materials.

Therefore, ZEBdemo focuses on a comprehensive approach that significantly reduces CO₂ emissions already in the production and construction of building materials while simultaneously creating conditions to minimize operational emissions through active load shifting. By targeted development of clay bricks, straw insulation, clay-based hygrothermal ceiling elements, and permeable road surfaces, CO₂-intensive materials such as reinforced concrete and mineral oil-based insulation materials and road coverings are replaced. These low-carbon or carbon-free building materials make a significant contribution to reducing embedded carbon and improving circular economy and regional value creation. At the same time, the use of clay in building construction and in the radiant heating and cooling system ensures high thermal inertia of the overall system.

The reduction of CO₂ emissions during the operational phase is achieved through a novel Building Emission Management system. It enables the adjustment of heat pump performance so that electrical energy is only consumed during periods of low CO₂ emissions (high wind energy share in the public grid or locally available photovoltaic generation). Thermal inertia of the building is utilized for load shifting. Additionally, integration possibilities of radiant heating and cooling systems, shading, PV system, electrical storage, etc., are considered. Furthermore, thermal comfort requirements are addressed using constrain functions. Data-driven methods (Data Driven Predictive Control Approach) are employed to enhance scalability.

The developed materials and methods are evaluated in a long-term test in a demonstration building to comprehensively analyse their effects on hygrothermal comfort, avoidance of summer overheating and CO₂ savings potentials. The insights gained are then transferred to multi-story residential construction to demonstrate their applicability for creating climate-neutral cities and confirm the scalability of the solutions.

Projektkoordinator

- Forschung Burgenland GmbH

Projektpartner

- Heizbär GesmbH
- OVUM Heiztechnik GmbH
- Rene Schuch GmbH
- RWT plus ZT GmbH