

# Entwicklung eines Nutzer:innen-zentrierten dezentralen Gebäudeoptimierungs-Systems

Prototyp im Rahmen des Hybrid LSC Projektes am Demonstrator Tagger-Areal, Graz

Sektorkopplung und Flexibilität

DI Martin ULBRICH<sup>(1)</sup>, Thomas SCHWARZL<sup>1(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Thomas Schwarzl IT Consulting

## Motivation und zentrale Fragestellung

In der Gebäudetechnik eröffnen intelligente Regelsysteme die Möglichkeit, zusätzlich zum Raumkomfort unter anderem auch auf ökologische oder ökonomische Ziele zu optimieren. Mit der zunehmenden Komplexität moderner Gebäude und Kopplung unterschiedlicher Sektoren wachsen jedoch auch die Anzahl der Regelgrößen und damit Optimierungsparameter. Sektoren wie Strom, Heizung, Lüftung, Beschattung, Kühlung und Nutzer:innen-Flexibilität fließen in Regelungen oft isoliert ein, was Potenziale für Synergien ungenutzt lässt. Nutzer:innen-Flexibilitäten sind dabei Wertebereiche, die Nutzer:innen bereit sind zu akzeptieren und damit Regelspielräume zur Verfügung stellen.

Zentrale optimale Steuerungssysteme sind aufgrund ihrer Komplexität häufig schwer wartbar, unflexibel und skalieren nur mit erheblichem Aufwand. Spätere Erweiterungen erfordern meist tiefgreifende Eingriffe in die Optimierungsalgorithmen und bei kabelgebundenen Bussystemen bauliche Eingriffe, was deren Anpassungsfähigkeit einschränkt [1]. Andererseits dominieren, zum Beispiel im Wohnbau, klassische Zweipunktregler oder starr auf Sollwerte geregelte Systeme, was Nutzer:innen kaum ermöglicht, eigene Flexibilitäten bereitzustellen. Dabei könnten gerade Nutzer:innen mit ihren Flexibilitäten wie Temperaturbereiche, Abschattungsgrad, Luftqualitätsanforderung und ähnliches wichtige Beiträge zur Optimierung leisten. Fließen die Bedürfnisse der Nutzer:innen zu gering gewichtet in die optimierte Regelung ein oder haben die Nutzenden zu wenig Einfluss auf die Regelung, kann es zu begrenzter Akzeptanz und damit verbundener Nutzung führen [2].

Eine Lösung liegt in einem dezentralen, modularen optimierten Regelsystem, das zusätzlich den Nutzer:innen ermöglicht, ihre Flexibilitäten anzubieten. Nutzer:innen können ihre Flexibilitäten bereitstellen, indem zum Beispiel Sollbereiche anstatt Sollwerte einstellbar sind. Durch die Modularität können unterschiedliche Regelbereiche kombiniert und auch nachträglich einfach erweitert werden. Ein dezentraler Ansatz ermöglicht ein Aufteilen der zu optimierenden Bereiche, um den Parameterraum der Optimierung zu reduzieren. Hierarchisch strukturierte, übergeordnete, optimierte Regler führen zu einer Optimierung auf höherer Ebene. Diese Ansätze können sowohl die Flexibilität als auch die Effizienz steigern und sollen auch die Nachrüstbarkeit bei Sanierungen von Bestandsgebäuden erleichtern.

## Methodische Vorgangsweise

Das entwickelte System setzt auf dezentrale, modulare Regler, die ihren lokalen Regelbereich optimieren und mit hierarchisch strukturierten übergeordneten Reglern kommunizieren. Kombiniert wird dieses System mit Partizipation durch Nutzerintegration mittels einer intuitiven Smartphone-App. Diese ermöglicht es Nutzer:innen, Zielgrößen nicht nur als feste Sollwerte, sondern als Sollbereiche mit Ober- und Untergrenzen festzulegen. Dadurch werden deren Flexibilitäten als Steuerungsparameter im Rahmen einer folgenden Optimierung nutzbar.

Die methodische Umsetzung umfasst folgende Schritte:

- Schrittweise Erweiterung der Systemkomponenten: Von einer einfachen Regelung einzelner Parameter hin zu einer optimierten indirekten Regelung durch Kombination mehrerer Regelbereiche beeinflusst durch indirekt evaluierte Energiequellen wie passivem Solaretrag.

---

<sup>1</sup> Puchstraße 17 8020 Graz, +43 670 404 58 40, office@schwarzl-it.com, <https://www.schwarzl-it.com/>

- Integration von Nutzerfeedback: Die App informiert aktiv über mögliche Flexibilitäten und sensibilisiert Nutzer:innen durch Verhaltensempfehlungen und angebotener Incentivierung (z.B. durch Punktesysteme und Vergleichsmöglichkeiten).
- Erweiterung durch empirische Modelle: Dynamische, nicht direkt messbare Größen werden durch empirische Abschätzungen integriert und ermöglichen eine genauere Regelung.
- Modularität und Skalierbarkeit: Die dezentralen Regler kommunizieren in einer hierarchischen Struktur, die sich flexibel von einzelnen Räumen, zu Gebäuden bis hin zu größeren Quartieren und mehr skalieren lässt.

Ein Prototyp des Systems wurde im Rahmen des FFG-Projekts „Hybrid LSC“ in Büro- und Wohneinheiten auf dem Tagger-Areal in Graz implementiert. Dabei wurden die dezentralen Regler mit übergeordneten Instanzen vernetzt.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der Einsatz der dezentralen, nutzerzentrierten Einheiten führte zu mehreren positiven Effekten:

- Feinere Regelung: Eine Genauigkeit von bis zu  $\pm 0,2$  °C konnte erreicht werden, im Vergleich zur üblichen Hysterese von  $\pm 0,5$ – $1$  °C bei traditionellen Bimetall-Reglern.
- Flexibilität sichtbar machen: Durch die Einbindung der Nutzer:innen wurden deren Flexibilitäten nicht nur genutzt, sondern durch Visualisierung auch erweitert. Die Testnutzer:innen auf dem Tagger-Areal zeigten über die Projektlaufzeit hinweg ein gesteigertes Energiebewusstsein.
- Vermeidung von Überhitzung und Unterkühlung: Die Integration vorhergesagter Energieflüsse, wie zusätzliche Solarerträge, ermöglichte es, Energieeffizienzpotenziale besser zu nutzen. Beispielsweise können durch gezielte Überhitzung Einsparungen realisiert werden.
- Hohe Akzeptanz: Die intuitive Bedienung der App wurde von den Nutzer:innen positiv aufgenommen, wodurch die Nutzung der Flexibilitäten aktiv gefördert wurde.

Darüber hinaus ist das System aufgrund seiner modularen Struktur ideal sowohl für den Einsatz in Neubauten und als auch für Nachrüstung in Bestandsgebäuden geeignet. Die Funkkommunikation stellt sicher, dass das System kosteneffizient und hochverfügbar bleibt.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen vielversprechende Ansätze für die Optimierung in der Gebäudetechnik, insbesondere auch im Sanierungsbereich. In Zukunft wird angestrebt, die Steuerung weiter zu optimieren und die Modelle zu verfeinern. Ein potenzieller nächster Schritt wäre die Erweiterung bestehender Machine Learning Algorithmen mittels künstlicher Intelligenz. Ein weiteres Potential in der Anwendung von künstlicher Intelligenz kann die Nutzer:innen-Interaktion sein. Damit könnte langfristig das System dazu beitragen, die Akzeptanz von Gebäuderegulungssystemen zu erhöhen und den Weg zu nachhaltigen, nutzer:innen-zentrierten Lösungen in der Gebäudetechnik zu ebnen.

## Literatur

- [1] Lauckner, G., & Krimmling, J. (2020). Grundlagen der Gebäudeautomation. Raum- und Gebäudeautomation für Architekten und Ingenieure, 5-93. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-30143-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-30143-9_2)
- [2] Butler, M. (2018). Nutzerorientierte Planung in Bürogebäuden mit Nachhaltigkeits-Zertifikaten. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Verfügbar unter <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000081106>