# Abstract Submission

Dates: 22–24 April 2026 | Location: Politecnico di Torino, Italy

## Netzdienlichkeit entwerfen: Nutzung 8760-stündiger Gebäudemodellierung zur Ermöglichung netzintegrierter und kohlenstoffarmer Betriebsweise


## Autor

Andreas Lahme
Braunschweig, Germany
andreas.lahme@alware.de



## Zusammenfassung

**Hintergrund / Kontext:**
Der zunehmende Anteil variabler erneuerbarer Energien verändert die betrieblichen Anforderungen an Stromsysteme grundlegend. In diesem Zusammenhang wird von Gebäuden erwartet, dass sie eine aktivere Rolle einnehmen, indem sie **Nachfrageflexibilität** bereitstellen, um die Netzstabilität zu unterstützen und $CO_2$-Emissionen zu reduzieren.

Die derzeitige Praxis der TGA-Auslegung basiert jedoch weiterhin weitgehend auf Spitzenlastberechnungen und berücksichtigt weder den zeitabhängigen Betrieb noch die zeitliche Variabilität der $CO_2$-Belastung des Stroms. Dadurch werden Gebäude in der Regel nicht so ausgelegt, dass sie ihr inhärentes Flexibilitätspotenzial ausschöpfen können. Es entsteht eine Lücke zwischen den herkömmlichen Gebäudeentwurfsmethoden und den Zielen der netzintegrierten Betriebsweise, wie sie im IEA EBC Annex 96 – Grid Integrated Control of Buildings des International Energy Agency Energy in Buildings and Communities Programme beschrieben wird.

**Ziel / Fragestellung:**
Diese Studie soll zeigen, wie die Gebäudedimensionierung und Systemauslegung angepasst werden können, um eine **netzdienliche und kohlenstoffarme Betriebsweise** zu ermöglichen. Insbesondere wird untersucht, wie viel Nachfrageflexibilität durch einen integrierten Design-Ansatz freigesetzt werden kann und welchen Einfluss diese Flexibilität auf die $CO_2$-Emissionen der Betriebsweise hat, wenn **zeitlich aufgelöste (8760-stündige) $CO_2$-Intensitätsprofile** berücksichtigt werden.

**Methodik / Vorgehensweise:**
Es wird ein integrierter Modellierungsansatz angewendet, der sowohl **thermische Lasten als auch das Systemverhalten auf Stundenbasis** (8760 Stunden im Jahr) bewertet. Außentemperatur- und Solarstrahlungsdaten werden in systematische Lastprofile für Heizung und Kühlung umgewandelt. Dadurch können gleichzeitig Spitzenlasten, der jährliche Energiebedarf und die Innenraumbehaglichkeit bewertet werden.

Auf dieser Grundlage werden die TGA-Systeme so dimensioniert, dass die benötigte Energie mit **minimaler installierter Leistung** bereitgestellt wird. Der Ansatz umfasst außerdem Szenario-Analysen von **nachfragegesteuerten Regelstrategien**, bei denen der Gebäudebetrieb an dynamische Strompreise oder $CO_2$-Intensitätssignale angepasst wird. Die Auswirkungen einer zeitweisen Lastverschiebung werden hinsichtlich der Innenraumtemperaturstabilität und der betrieblichen Machbarkeit bewertet.

**Ergebnisse / Erkenntnisse:**
Die Ergebnisse zeigen, dass eine Auslegung auf 8760-Stundeb-Basis zu einer **deutlich reduzierten installierten Systemleistung** sowie zu längeren und stabileren Betriebszyklen führt. Typische Gebäude können – je nach Gebäudetyp und thermischer Masse – **mehrere Stunden Nachfrageflexibilität** bereitstellen, ohne dass die Behaglichkeit unzulässig beeinträchtigt wird.

Werden statt jährlicher Durchschnittswerte die zeitabhängigen $CO_2$-Emissionsfaktoren verwendet, führt die flexible Betriebsweise zu einer **erheblichen Reduktion der betrieblichen Emissionen**. Dies verdeutlicht, dass herkömmliche Bewertungsmethoden den Nutzen flexibler Betriebsweisen systematisch unterschätzen. Fallstudien zeigen, dass Gebäude ihren Energieverbrauch effektiv in Zeiten mit niedriger Netz-$CO_2$-Intensität verlagern können, ohne Einbußen bei der Leistungsfähigkeit.

**Schlussfolgerungen:**
Die Studie zeigt auf, dass Nachfrageflexibilität nicht nur ein Problem der Betriebsweise und Regelung ist, sondern bereits in der **Entwurfs- und Dimensionierungsphase** berücksichtigt werden muss. Durch die Integration stundenbasierter Modellierung in die TGA-Auslegung können Gebäude systematisch auf eine netzinteraktive Betriebsweise vorbereitet werden.

Damit wird eine praktische Brücke zwischen Gebäudedesign und intelligenten Regelstrategien geschaffen. Gebäude können so als **aktive Komponenten eines $CO_2$-armen Energiekonzeptes** agieren. Die Erkenntnisse unterstützen die Entwicklung von Auslegungsmethoden und Regelungsrahmen, die mit den Zielen netzintegrierter Gebäude übereinstimmen, und tragen dazu bei, Nachfrageflexibilität im großen Maßstab voranzutreiben.

## Schlüsselwörter
Nachfrageflexibilität; 8760-Modellierung; Digitaler Zwilling; netzintegrierte Gebäude; TGA-Auslegung; zeitabhängige $CO_2$-Belastung