

AUSWIRKUNGEN VON VERSCHIEDENEN GEBÄUDEPARAMETERN AUF DIE KÜHLLAST IN ZUKÜNFTIGEN KLIMASZENARIEN

Jakob BUCHMEIER^{1*}, Claudia BENESCH¹, Stefan WILKER¹, Thilo SAUTER¹

Einleitung

Der Klimawandel trifft Österreich überdurchschnittlich stark: 2023 lag die mittlere Jahrestemperatur bereits **2,9 °C über dem vorindustriellen Niveau** (1850-1900) [2] und damit fast doppelt so hoch wie der globale Mittelwert von 1,5°C [1]. Die steigenden Temperaturen führen zu einer wachsenden Nachfrage nach Klimaanlage in österreichischen Haushalten (Statistik Austria [3]), deren Lastspitzen im Niederspannungsnetz zunehmend relevant werden.

Da Klimaanlage in Österreich bisher kaum verbreitet waren, entstehen neue Unsicherheiten für die **Versorgungssicherheit** sowie die **Netzauslastung im Sommer**. Dieser Beitrag quantifiziert, wie zentrale Gebäudeparameter den zeitlichen Verlauf des Kühlbedarfs beeinflussen und wie sich diese Verschiebungen auf mögliche **Engpässe im Niederspannungsnetz** auswirken.

Methodik

Die Methodik basiert auf vorangegangenen Arbeiten in [4]. Die Analyse koppelt eine Hitzewelle aus der stündlichen Klimaprojektion **SECURES-MET** [5] mit einem dynamischen Gebäude-Kühlmodell im Simulationstool **Bifrost** [6], welches power-flow-Analysen mittels **pandapower** [7] im 15-Minuten Takt durchführt. Grundlage bildet das **SimBench-LV3**-Netz [8] (113 Haushalte, 27 PV-Anlagen).

Temperatur- und Einstrahlungsdaten werden für die Berechnung des Kühlbedarfs und der PV-Erzeugung verwendet. Das Gebäudemodell (nach [9]) berechnet dynamisch die notwendige Kühlleistung zur Einhaltung variierter Zieltemperaturen (20–26 °C) inklusive Tag/Nacht-Profil und optionaler Nachtlüftung (20–7 Uhr). Untersuchte Parameter:

- Isolierung nach dem Energieausweis (Energieeffizienzklassen A – D)
- Beschattung (Außenjalousien, Innenjalousien, keine Beschattung)
- Nachtkühlung (Fensterlüftung, wenn Temperatur Außen < Innen)
- Klimaanlage-Solltemperatur (20 – 26 °C; tagsüber +2 °C)

Zur Bewertung wird die **zeitversetzte Korrelation (Kreuzkorrelation)** zwischen Außentemperatur und Kühllast berechnet. Die wichtigsten Parameter fließen anschließend in eine Netzsimulation mit zwei Szenarien ein:

- 1) gesamte Siedlung mit Außenbeschattung
- 2) gesamte Siedlung ohne Beschattung

Ergebnisse

Die Kreuzkorrelation in Abbildung 1 zeigt, dass die Kühllast in den meisten Fällen nahezu unmittelbar auf steigende Außentemperaturen reagiert (0–0,5 Stunden Verzögerung). **Außenjalousien** bewirken hingegen eine deutliche **Verschiebung** des Maximums der Kreuzkorrelation um **mehr als 8 Stunden**. Dies verändert die zeitliche Dynamik zwischen Kühlbedarf und Außentemperatur signifikant und beeinflusst damit den Lastverlauf im Verteilnetz.

Die anschließende Netzsimulation untersucht, wie sich die zeitliche Verschiebung der Kühllast auf **Spannungsbandverletzungen**, **Transformatorbelastungen** und mögliche **Engpässe im Niederspannungsnetz** auswirkt. Dazu werden zwei Szenarien modelliert: eine vollständig mit Außenjalousien ausgestattete Siedlung sowie eine Vergleichssiedlung ohne jegliche Beschattung. Die Ergebnisse der Power-Flow-Analyse mit **Bifrost** [6] und **pandapower** [7] quantifizieren die

¹ TU Wien Institut für Computertechnik, Energy&IT Group, Gußhausstraße 27-29 / E384 1040 Wien, {vorname}.{nachname}@tuwien.ac.at, <https://www.tuwien.at/etit/ict/sis/energyit-group>

resultierenden Netzbelastungen und ermöglichen eine gezielte Identifikation potenzieller **Engpässe** im **Niederspannungsnetz**.

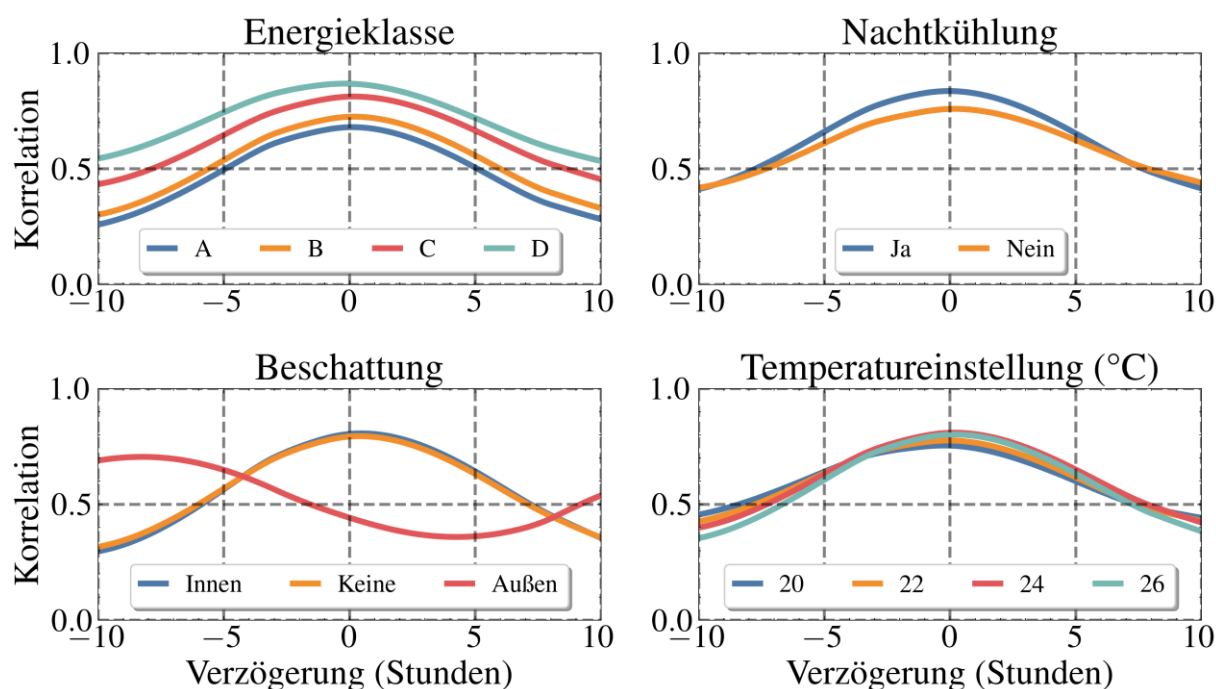


Abbildung 1: Kreuzkorrelation zwischen Außentemperatur und Kühllast. Ohne Außen Beschattung liegt die maximale Korrelation bei ~0,5 Stunden, die Kühllast reagiert sehr schnell auf die steigende Außentemperatur. Mit Außen Beschattung verschiebt sich die maximale Korrelation um > 8 Stunden, also die Kühllast reagiert somit deutlich verzögert auf Temperaturänderungen.

Danksagung

Diese Arbeit ist Teil des Projekts „[INFRADAPT](#)“ welches aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2022 durchgeführt wird.

Referenzen

- [1] Chimani et al, GeoSphere Austria. CCCA 2024 Fact Sheet Nr. 50 - Bestimmung der aktuellen Klimaerwärmung für Österreich. Dec. 2024. url: <https://ccca.ac.at/wissenstransfer/ccca-fact-sheets> (Visited on 02/02/2025).
- [2] Copernicus Climate Change Service. Copernicus Global Climate Highlights 2024. url: <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024> (Visited on 05/09/2025).
- [3] Statistik Austria. Sanierungsmaßnahmen und Anzahl der Klimaanlage 2018 bis 2024 in Österreich. <https://www.statistik.at/fileadmin/pages/100/10SanierungsmassnahmenKlimaanlagen20182024.ods>
- [4] Buchmeier et al. "A Case Study on Low-Voltage Grid Impact of Rising Residential Cooling Demand Under Climate Change", presented at ISGT 2025, Malta, in press
- [5] Herbert Formayer et al. "SECURES-Met: A European Meteorological Data Set Suitable for Electricity Modelling Applications". In: Scientific Data 10.1 (Sept. 7, 2023), p. 590. doi: 10.1038/s41597-023-02494-4
- [6] Daniel Hauer et al. "BIFROST - A narrative simulation tool for Smart Energy scenarios Tutorial and hands on". In: Proc. ComForEn 2021: Wien ISBN: 978-3-903249-16-5.
- [7] Leon Thurner et al. "Pandapower - an Open Source Python Tool for Convenient Modeling, Analysis and Optimization of Electric Power Systems". In: IEEE Transactions on Power Systems 33.6 (Nov. 2018), pp. 6510–6521. doi: 10.1109/TPWRS.2018.2829021.
- [8] Steffen Meinecke et al. "SimBench—A Benchmark Dataset of Electric Power Systems to Compare Innovative Solutions Based on Power Flow Analysis". In: Energies 13.12 (2020), p. 3290. doi: 10.3390/en13123290.
- [9] Benedikt Herold et al. "The Building as Energy Storage: Sector Coupling for Peak Shaving in Active Energy Communities". In: IEEE PowerTech. IEEE PowerTech. Kiel, 2025, in print.