

TGA

PLANUNG 2025



**Ihr ganzheitlicher Partner für
Wärmeabgabe und Kühlung**



VOGEL&NOOT

-  ZUKUNFTSTRENDS
-  REFERENZEN
-  INNOVATIVE PROJEKTE
-  KREATIVE LÖSUNGEN



PRODUKTNEUHEITEN
FIRMENINDEX



PnP controls TABS

Plug-and-Play-Regelstrategien für Gebäude mit Wärmepumpenanlagen und thermisch aktivierten Bauteilen

Energieflexibilität in Gebäuden als Beitrag zum Aufbau eines erneuerbaren Energiesystems: Im Projekt PnP controls TABS, durchgeführt im Rahmen der Forschungsinitiative Green Energy Lab, werden Regelalgorithmen für Plug-and-Play-Regler von Wärmepumpen in Verbindung mit der Nutzung von Bauteilen als Wärmespeichern und einer automatisierten Anpassung an die Stromverfügbarkeit entwickelt und demonstriert.

Autor*innen:
Anita Preisler, M.Sc.,
Florian Wenig,
FH Burgenland,
Michael Ruthensteiner,
ruvi e.U.

Neubauten und umfassende Sanierungen werden zunehmend mit den Komponenten Wärmepumpe und thermisch aktivierte Bauteile (TABS), z. B. Bauteilaktivierung in tragenden Decken, Fußbodenheizung, Wandheizung etc., ausgeführt. Beide Bestandteile sind kosteneffiziente Lösungen zur Wärmeversorgung, sorgen für hohen Innenraumkomfort durch Strahlungswärme und bieten große Potentiale für Lastverschiebung zur verstärkten Nutzung von erneuerbaren Energiequellen. Bei einem Überangebot von erneuerbarem Strom oder erneuerbarer Wärme (siehe Abbildung 1) können diese aktivierten Bauteile als Wärmespeicher über einen bestimmten Zeitraum fungieren, um somit bei geringem Angebot keine Nachfrage zu stellen (siehe Abbildung 2). Weiters bieten diese Konzepte die Möglichkeit der Einspeisung von vor Ort erzeugter Energie in öffentliche Stromnetze bzw. Wärmenetze (siehe Abbildung 3).

Die Kapazität ohnehin vorhandener Bauteile für die Speicherung von Wärme nutzbar zu machen ist ein wesentlicher Beitrag

zum Aufbau eines erneuerbaren Energiesystems. Diese können einen wesentlichen Beitrag leisten, die – für erneuerbare Energien typische – ungleiche Verteilung von Energieerzeugung und -verbrauch auszugleichen. Das Gebäude wird somit ein aktiver Teil des Energieversorgungssystems, man spricht von Nutzung der Energieflexibilität in Gebäuden.

Energieflexibilität in Gebäuden:

- Die Energieflexibilität eines Gebäudes ist die Fähigkeit, dessen Energiebedarf und -erzeugung entsprechend den lokalen Wetterbedingungen, verfügbaren erneuerbaren Energien, den Nutzer*innen- und den Netzanforderungen zu steuern.
- Die Erfüllung dieses Kriteriums verlangt eine Planung, die eine Steuerung vorsieht, die Energieflexibilität ermöglicht.

Projektergebnisse

Ziel des Forschungsprojektes ist, Plug-and-Play-Regelstrategien für Wärmepumpenanlagen mit thermisch aktivierten Bauteilen als Wärmespeicher unter Berücksichtigung weiterer Einflüsse (z. B.: lokale

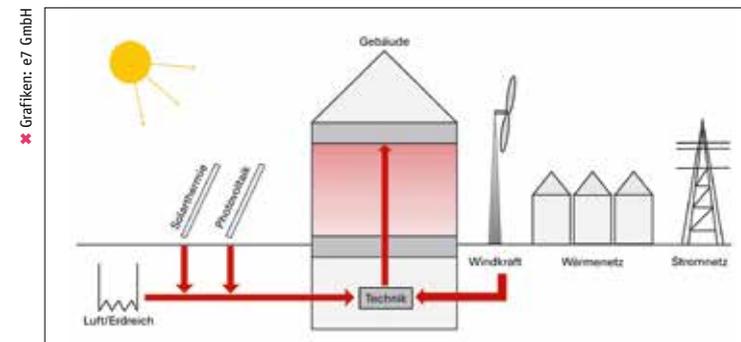


Abbildung 1: Beladung des Speichers mit Wärme aus Umweltenergie

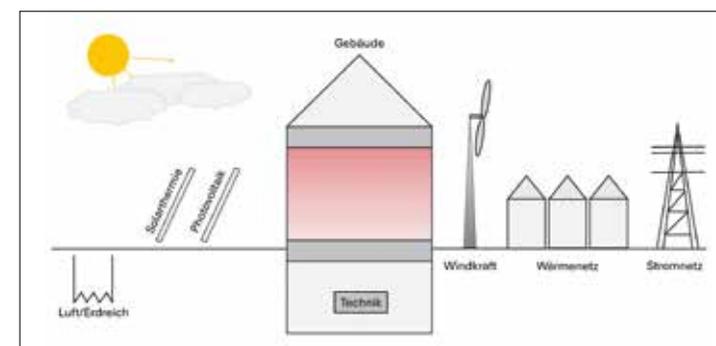


Abbildung 2: Deckung der Wärmeverluste durch gespeicherte Energie

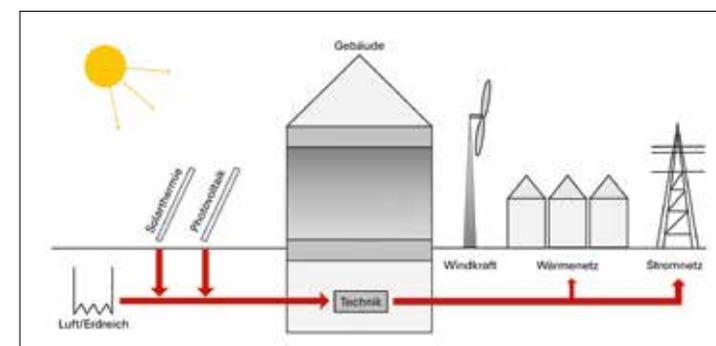


Abbildung 3: Einspeisung von vor Ort erzeugter Energie in öffentliche Netze

Wetterbedingungen, Preissignale von erneuerbaren Energielieferanten usw.) zu entwickeln. Diese Regelung kann die Kommunikation mit gebäudeinternen oder -externen erneuerbaren Energieressourcen aufnehmen und startet einen parallelaufenden Optimierungsalgorithmus. Die Anforderungen des Innenraumklimas sollen

dabei eingehalten werden, sodass die Nutzer keine Unterschiede bei verschiedenen Regelstrategien merken. Gleichzeitig wird durch die Berücksichtigung der Wetterbedingungen ein „vorausschauendes Fahren“ der Regelung ermöglicht. So können verstärkt Erneuerbare, auch bei zeitlichen Überangeboten, genutzt werden.

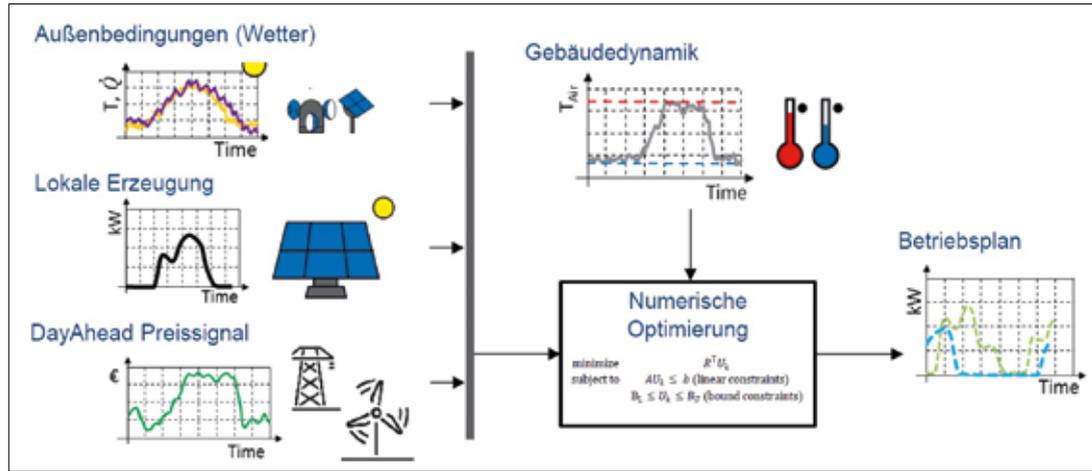
Drei wesentliche Tätigkeiten wurden dafür im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchgeführt:

1. Entwicklung von Regelalgorithmen für Plug-and-Play-Regler
2. Aufsetzen eines „Grid Data Managers“ für „Grid Data Communication“
3. Implementierung in Demo-Gebäude

Entwicklung von Regelalgorithmen für Plug-and-Play-Regler

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll eine Plug-and-Play-Regelungsstrategie für Wärmepumpen entwickelt werden, die in Kombination mit thermisch aktivierten Bauteilen die Flexibilität des Gebäudes erhöht, indem sie eine effiziente Nutzung des Netzes und eine Priorisierung lokal verfügbarer erneuerbarer Energie ermöglicht. Das allgemeine Verfahren ist vereinfacht in Abbildung 4 dargestellt.

Das Regelungsverfahren ist für den Wärmepumpenbetrieb ausgelegt, um die Flexibilität der Nachfrageseite durch eine Power-to-Heat-Anwendung im Wohnbereich zu demonstrieren. Die angestrebte Lösung berücksichtigt verschiedene Lastverschiebungsszenarien, wobei die höchste Priorität auf der verstärkten Nutzung lokaler erneuerbarer Energie liegt, die von einer bestehenden Photovoltaikanlage in einem Wohngebäude bereitgestellt wird. Darüber hinaus zielt das Verfahren darauf ab, einen kohlenstoffarmen und stromnetzfreundlichen Betrieb der gesteuerten Wärmepumpe zu realisieren. Daher werden die Day-Ahead-Strommarktpreise der entsprechenden österreichischen Gebotszone in stündlicher Zeitauflösung angenommen, um Strom aus dem Netz zu importieren. Das Regelverfahren wurde als datengetriebener und prädiktiver Regelalgorithmus konzipiert. Das Verfahren umfasst im



* Grafik: beigestellt

Abbildung 4: Überblick Plug-and-Play-Regelstrategien (Quelle: FH Burgenland)

Kern die folgenden Entwicklungen einschließlich der genannten technischen Spezifikationen:

- Prognosen interner und externer betrieblicher Randbedingungen wie der Außentemperatur, der erwarteten Sonneneinstrahlung, der Verfügbarkeit lokaler erneuerbarer Energien, des häuslichen Stromverbrauchs und der zukünftigen Stromkosten. Der Umfang der Prognosen (Datenpunkte und Vorhersagehorizont) hängt vom jeweiligen Szenario ab und wird durch öffentlich zugängliche externe Quellen (z. B. Day-Ahead-Marktpreise) oder eigene Vorhersagemodelle innerhalb des Steuerungsrahmens bereitgestellt.
- Ein datengesteuertes Modell zur Nachbildung des thermischen Verhaltens des Gebäudes einschließlich der geregelten Wärmepumpe und der Hydraulik des Fußbodenheizungssystems. Die Modellstruktur ist auf die Anforderungen einer Wohnanwendung optimiert, z. B. reduzierter Einfluss der Sonneneinstrahlung auf die Gebäudedynamik aufgrund des Fehlens großflächiger Glasfassaden. Der allgemeine Modellierungsansatz besteht darin, eine Grey-Box-Modellstruktur zu defi-

nieren und die Modellparameter aus historischen Überwachungsdaten oder durch Erfahrung zu schätzen.

- Ein Optimierungsalgorithmus mit zurückliegendem Horizont, um den optimalen zukünftigen Wärmepumpenbetrieb unter Berücksichtigung der jeweiligen Zielfunktion und der thermischen Randbedingungen im Gebäude zu ermitteln. Da eine lineare Modellstruktur abgeleitet werden kann, wird „Mixed-Integer-Linear-Programming“ zur Lösung des Optimierungsproblems eingesetzt.

Aufsetzen eines „Grid Data Managers“ für „Grid Data Communication“

Der Grid Data Manager ist ein zentralisiert und automatisiert laufender Software-Agent, der über verschlüsselte Verbindungen (VPN) mit allen – verifizierten und authentifizierten – Teilnehmern des Stromnetzes verbunden ist und mit diesen Daten austauscht (Grid Data Communication). Datenaustausch über Grid Data Manager (aktuell):

- Wetterdatenprognosen je Standort
- Preissignale von erneuerbaren Energielieferanten

- Prognosedaten für den Energieverbrauch
 - Potenziale für (elektrische) Lastverschiebung
- Sämtlicher Datenaustausch ist entsprechend dem aktuellen Stand der Technik verschlüsselt und erfolgt in einem standardisierten Datenprotokoll (json).

Die Software-Bestandteile, die für die Implementierung der Grid Data Communication bei den Teilnehmern des Stromnetzes notwendig sind, stehen für einen Proof of Concept zur Verfügung und sollen in einem nächsten Schritt mit Netzbetreibern und Energielieferanten technisch verifiziert und validiert werden.

Implementierung in Demo-Gebäude

Die entwickelten Regelstrategien sind in vier Demonstrationsgebäuden (drei Wohngebäude und eine Bildungseinrichtung) aktuell zur Funktionsüberprüfung integriert.

Das Projekt PnP Controls TABS wird im Rahmen der Forschungsinitiative „Green Energy Lab“ als Teil der Innovationsoffensive Vorzeigeregion Energie des Klima- und Energiefonds durchgeführt. ⊘