

# TGA

# PLANUNG 2025



**Ihr ganzheitlicher Partner für  
Wärmeabgabe und Kühlung**



**VOGEL&NOOT**

-  ZUKUNFTSTRENDS
-  REFERENZEN
-  INNOVATIVE PROJEKTE
-  KREATIVE LÖSUNGEN



PRODUKTNEUHEITEN  
FIRMENINDEX



# 2025

ZUKUNFTSTRENDS



REFERENZEN



INNOVATIVE PROJEKTE



KREATIVE LÖSUNGEN



WEKA Industrie Medien GmbH  
Dresdner Straße 43 | 1200 Wien  
[www.tga.at](http://www.tga.at) | [www.industriemedien.at](http://www.industriemedien.at)

## Gebäudesanierung im Wandel

## Vom Prototypen zu seriellen Lösungen

Leitprojekt RENVELOPE – Energy Adaptive Shell. Anhand dreier Demonstratoren soll gezeigt werden, dass aus einer Vielzahl an prototypischen Einzellösungen ein Gesamtsystem für die CO<sub>2</sub>-neutrale Gebäudesanierung mit vorgefertigten innovativen Fassaden- und Dachelementen kosten- und zeit-effektiv umgesetzt werden kann.



\* Quelle: AEE INTEC

**Autoren:**  
Dipl.-Ing. Dr. Tobias Weiß,  
AEE INTEC  
Dipl.-Ing. Armin Knotzer,  
AEE INTEC

In den letzten zwei Jahrzehnten hat die bebaute Fläche weltweit um erstaunliche 65 Prozent zugenommen und wird voraussichtlich im Jahr 2020 fast 245 Milliarden Quadratmeter erreichen. Gleichzeitig ist der durchschnittliche Energieverbrauch pro Quadratmeter nur um etwa 25 Prozent gesunken, was darauf hindeutet, dass die Fortschritte bei der Sanierung und Energieeffizienz das Wachstum der Nutzfläche nur teilweise ausgeglichen haben.

Der Gebäudesektor bleibt daher nach wie vor von entscheidender Bedeutung, um die Klimaziele zu erreichen. In den Jahren von 2005 bis 2014 gab es im Gebäudesektor durchaus Erfolge mit einer Reduktion von Treibhausgasemissionen um 40 Prozent<sup>1</sup>. Seitdem stagnieren diese Fortschritte jedoch. Gemäß den Zielen der EU-Initiative „Fit-for-55“ müssen bis

2030 jedoch drastische Emissionsreduktionen erreicht werden, um die Halbierung zu schaffen<sup>2</sup>.

Noch immer stehen Architekt\*innen, Ingenieur\*innen, Bauunternehmer\*innen, Gebäudeeigentümer\*innen und Hausverwaltungen vor der Herausforderung, für jedes Sanierungsprojekt individuelle Lösungen entwickeln zu müssen. Jede Gebäudesanierung wird somit zu einem Prototyp und viel Potenzial für Optimierungen bleibt ungenutzt.

#### Ansätze aus Forschung und Entwicklung für standardisierte Sanierungen

AEE INTEC hat sich über viele Jahre hinweg gemeinsam mit Partner\*innen intensiv an der Entwicklung von Technologien zur seriellen Sanierung und der Integration von Sanierungskomponenten beteiligt. Zuerst wurden in Monitoringprojek-

#### DIE HERKÖMMLICHE SANIERUNGSPRAXIS

- + Arbeiten für übliche Sanierungsprozesse und Techniken sind sehr zeitintensiv und erfordern monatelange Arbeiten vor Ort bzw. sogar zwischenzeitliche Aussiedlungen der Bewohner\*innen
- + Risiko in Bezug auf Umsetzungsqualität und Energieeinsparung für die Eigentümer\*innen
- + Bei jedem Projekt wird eine neue Lieferkette aufgebaut
- + Ein erheblicher Anteil der Sanierungsarbeit entfällt auf Nacharbeiten von Fehlern, was Zeit und Geld kostet; etwa 14 Prozent des Umsatzes werden für die Behebung von Fehlern aufgewendet
- + Die Produktivitätszeiten liegen oft unter 50 Prozent
- + Baueinreichungsverfahren sind langwierig und müssen aufgrund fehlender Standardisierung umfassend von den Behörden geprüft werden

#### SERIELLE SANIERUNGS-LÖSUNGEN / OUT-OF-THE-BOX-SYSTEMLÖSUNGSKONZEPTE

- + Statt Prototypen anzufertigen, wird auf Standardisierung gesetzt
- + Komplexität soll durch den Verzicht auf Sonderlösungen reduziert werden
- + Vereinfachte Behördenverfahren durch „Bautypengenehmigung“
- + Garantien für energetische Performance und Behaglichkeit können ein wichtiger Schritt in Richtung Warmmiete sein, um das Investoren-Nutzer\*innen-Dilemma zu lösen
- + Pilotprojekte zeigen, dass hochwertige Sanierungen schnell und ohne große Störungen der Bewohner\*innen umgesetzt werden können
- + Fehler können durch den Einsatz von BIM (Building Information Modeling) minimiert werden

ten mit den ersten seriellen Sanierungen wie der Mittelschule Schwanenstadt oder einem Wohnbau in der Makartstraße in Linz sowie am Dieselweg Graz Erfahrungen in Österreich gesammelt. Dann folgten vor etwa 15 Jahren erste internationale Austauschprojekte wie IEA ECB-CS Annex 50 „Vorgefertigte Systeme zur Sanierung von Wohngebäuden“ und das nationale Haus-der-Zukunft-Leitprojekt e80<sup>3</sup>. Projekte wie SaLüH!, MultiTAB, HVAC via Facade, EXCESS und Inspire wurden dann ausgehend von niedrigen TRL-Stufen<sup>3</sup> begleitet und haben in diesem Bereich in den letzten Jahren wichtige Fortschritte erzielt und marktreife Produkte in Nischenmärkten hervorgebracht.

Im Projekt Salüh – Gebäudetechnische Lösungen für die Sanierung von kleinen Wohnungen, geleitet von der

Universität Innsbruck, wurden standardisierte Konzepte der gebäudetechnischen Sanierung als Systemlösungsansätze erarbeitet, die von Wohnbaugesellschaften, Herstellern von Lüftungs- und Heizsystemen sowie Planungsbüros genutzt werden können<sup>4</sup>. Diese aufeinander abgestimmten Konzepte umfassen Wärmedämmung, Fenster, eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie Heizung und Trinkwarmwasseraufbereitung durch Kleinstwärmepumpen. Sie sind

*„Die serielle Sanierung wird eines der Erfolgsrezepte, um die in der EU-Taxonomieverordnung ausgearbeiteten, ambitionierten ESG-Kriterien zu erfüllen. Mit digitalen Tools sowie industriell vorgefertigten Fassaden aus Holz dekarbonisieren wir schon heute in Rekordzeit ganze Häuserriegel – kostengünstig, hochwertig und ressourcenschonend.“*

**Hubert Rhomberg,  
CEO Rhomberg  
Gruppe**

<sup>1</sup> Quelle: IEA Tracking Report – Buildings; C. Delmastro; 2022  
<sup>2</sup> Fit for 55 package under the European Green Deal. Europäisches Parlament, abgerufen am 24. Juli 2021

<sup>3</sup> Der Technology Readiness Level (TRL), auf Deutsch als Technologie-Reifegrad übersetzt, ist eine Skala zur Bewertung des Entwicklungsstandes von neuen Technologien

<sup>4</sup> <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/salueh-sanierung-vonmehrfamilienhaeusern-mit-kleinen-wohnungen-kostenguenstige>



Foto: TOWERN3000

Die Fassade als Energiespeicher – patentierte Energiefassade CEPA

kostengünstig, einfach zu installieren und können schrittweise Wohnung für Wohnung umgesetzt werden, wobei die Bewohner\*innen möglichst wenig beeinträchtigt werden.

Projekte wie MultiTAB, EXCESS und CEPA haben die Beheizung von Bestandsgebäuden durch Bauteilaktivierung von außen durch die Aktivierung massiver Bestandswände vorangebracht. Ein Vorteil der aktiven Energiefassade, wie sie derzeit am TAGGER-Areal in Graz demonstriert wird, ist die Nutzung von Gebäude und Wänden als thermischer Speicher. Durch die Bauteilaktivierung wird es möglich, fluktuierenden Wind- oder Solarstrom genau dann in Wärmepumpen zu nutzen, wenn er in großen Mengen verfügbar ist. Die maximale Speicherkapazität des Gebäudes durch diese Art von Bauteilaktivierung kann im Vergleich zu ähnlichen Gebäuden mit Radiatorheizungen durch Nutzung der thermischen Masse der Außenwände bis zum Zehnfachen gesteigert werden. Dafür hat AEE INTEC mit TOWERN3000

die CEPA-Fassadentechnologie als eine Sanierungs-Komplettlösung für Dämmen, Heizen und Kühlen auf den Markt gebracht und patentiert.


Kann Wärmeenergie direkt von der Fassade in den Raum geholt werden, etwa über eine in die Fassade integrierte Kleinstwärmepumpe? Im Projekt HVAC VIA FACADE wurden in die bestehende Brüstung bzw. in eine vorgehängte Holzleichtbau-Fassade modulare Split-Wärmepumpen integriert. Sie wurden für eine dezentrale Wärmeversorgung mit sehr kompakten und leisen fassadenintegrierten Außeneinheiten für Heizung und Trinkwarmwasserversorgung und optional Kühlung in Verbindung mit PV bis zum Prototyp entwickelt. In einem weiteren Schritt wurden vorgefertigte Fassadenelemente, die die gesamte Gebäudetechnik, das heißt PV, Heizung, Lüftung sowie Ver- und Entsorgungsstränge beinhalten, entwickelt. Der wesentliche Vorteil ist, dass für die Zentralisierung der Energieversorgung im Zuge der Sanierung nicht aufgestemmt werden muss und die Bewohnerinnen und Bewohner ihre Wohnungen während der Sanierung nicht verlassen müssen. Aber auch schallabsorbierende Fassaden und Oberflächen können eingesetzt werden, um schallharte Oberflächen im städtischen Raum zu reduzieren und damit zusammen mit dem künftigen elektrischen Verkehr die Schallbelastung generell zu vermindern.

Das Leitprojekt e80^3 hat gezeigt, dass es mit multiplizierbarer, hochwertiger Gebäudehülle möglich ist, über die Jahresbilanz Plus-Energie-Standard bei Sanierungen bis zu vier Geschossen zu erreichen. Die Zutaten: Außenhülle mit Passivhauskomponenten, gleichzeitige Integration von energieerzeugenden Aktivelementen wie thermischen Solar Kollektoren und PV sowie eine intelligente Steuerung und Netzinteraktion mit bestehenden Wärme- und Stromnetzen. Mit der seriellen Sanierung der Wohnhausanlage „Johann-Böhm-Stra-

ße 34/36“ in Kapfenberg wurde erstmals in Österreich ein bestehendes Mehrfamilienhaus aus den 1960er-Jahren in ein nahezu Plus-Energie-Gebäude verwandelt (Anm.: siehe auch den Artikel „Pioniere der Sanierung mit Fertigteilen“ in dieser Ausgabe der „nachhaltigen Technologien“). In den Projekten SüdSan und smarteVeranda sollen einige der oben angesprochenen Technologielösungen auf Quartiersebene in Siedlungen mit insgesamt ca. 500 Wohneinheiten etappenweise umgesetzt werden.

#### Ausblick: Standardisierung, Digitalisierung und Finanzierbarkeit

Ein wesentliches Hemmnis bei der Umsetzung von seriellen Sanierungen bleibt trotz einer Vielzahl an bereits etablierten technischen Lösungen und neuen marktnahen Entwicklungen derzeit die Finanzierbarkeit der Maßnahmen bei vertretbaren Mieterhöhungen für die Bewohner\*innen, vor allem im sozialen Wohnbau. Auch scheitern viele Sanierungen trotz hoher Förderungen an hohen Zinsen und Baukosten, bestehenden Mietverträgen, die nur in geringem Ausmaß eine Erhöhung der Mietkosten durch die erzielten Energieeinsparungen und den verbesserten thermischen Komfort zulassen (Investoren-Nutzer\*innen-Dilemma). Dadurch rücken umfassende Sanierungskonzepte oft in weite Ferne. Mit dem Leitprojekt RENVELOPE der Vorzeigeregion Energie soll nun gemeinsam mit Industriepartnern wie Rhomberg, Nussmüller Architekten und TOWERN3000 ein entscheidender Schritt zur Markteinführung und Finanzierbarkeit serieller Sanierungslösungen gesetzt werden. Im Zuge dieses Projektes werden drei Gebäude

mit einer kosteneffizienten seriellen Komplettlösung in Form einer vorgefertigten Außenhülle mit integrierter Gebäudetechnik modernisiert. Dies stellt einen Paradigmenwechsel gegenüber dem traditionellen Ansatz dar, bei dem die Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen im Inneren des Gebäudes untergebracht wurden. Drei großvolumige Gebäude werden dabei in Österreich mit diesem System seriell saniert: ein mehrgeschoßiges Wohngebäude der Sozialbau AG in Knittelfeld und ein Bürogebäude. Mit den drei Demonstratoren soll gezeigt werden, dass aus einer Vielzahl an prototypischen Einzellösungen ein Gesamtsystem für die CO<sub>2</sub>-neutrale Gebäudesanierung mit vorgefertigten innovativen Fassaden- und Dachelementen kosten- und zeiteffektiv umgesetzt werden kann. Die Zeitersparnis in der Umsetzung soll dabei zwischen 50 und 70 Prozent liegen und die Reduktion des Energiebedarfs bei bis zu 80 Prozent. Gelingt es durch Digitalisierung, Standardisierung und Vorfertigung sowie Kosteneinsparung durch multifunktionale Bauteile wirtschaftlich tragbare Konzepte für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern zu etablieren, so können diese in einem nächsten Schritt auf größere Gebäudeportfolios skaliert werden. 

#### Dipl.-Ing. Dr. Tobias Weiß

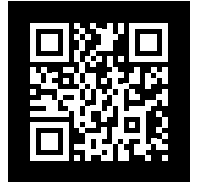
ist Leiter des Bereichs „Gebäude“ bei AEE INTEC.  
t.weiss@aee.at

#### Dipl.-Ing. Armin Knotzer

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Bereichs „Gebäude“ bei AEE INTEC.  
a.knotzer@aee.at

Weiterführende Informationen / Links im E-Paper

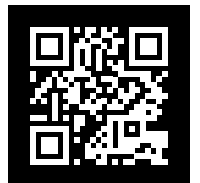
RENVELOPE



BuildUpSpeed



CEPA



E80^3



Sanierung Johann-Böhm-Straße



Außenansicht Energetikum-Forschungsgebäude am Standort Pinkafeld der Forschung Burgenland



Foto: © Forschung Burgenland

## Wie die Gebäudetechnik mit Hilfe von KI noch intelligenter wird

Im Forschungsprojekt „PersonAI“ wird untersucht, wie sich durch eine auf künstlicher Intelligenz basierte Steuerung der Komfort von Gebäudenutzer\*innen und eine maximale Energieeffizienz unter einen Hut bringen lassen.

Autorin:  
Theresa Kohl

Die EU will bis 2030 die Energieeffizienz um 32,5 % steigern und einen Anteil von 32 % an erneuerbaren Energien erreichen. Gegenwärtig ist der Gebäudebestand in der EU energieintensiv und überwiegend ineffizient und in Summe für 40 % des Endenergieverbrauchs und 36 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. In diesem Zusammenhang müssen die Gebäude von ihrem unflexiblen und ineffizienten Profil zu intelligenten dynamischen Akteuren entwickelt werden. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass die erfolgreiche Umsetzung energiepolitischer Maßnahmen stark an sozialen Faktoren wie gesellschaftlicher Ak-

zeptanz, Toleranz und Mitwirkungsmotivation hängt. Deshalb müssen Gebäude nicht nur energieeffizienter werden, sondern dabei auch den Erwartungen und Bedürfnissen der Nutzer\*innen entsprechen.

Durch die rasante Weiterentwicklung der verfügbaren Technologien gewinnen KI-gestützte Energy Services wie Model Predictive Control (MPC) oder proaktives Energiemanagement zunehmend an Bedeutung und Praxisrelevanz im Gebäudesektor. Gleichzeitig muss die Einhaltung einer gesundheitsfördernden Innenraumqualität (Temperatur, Feuchte, Luftqualität etc.) gewährleistet bleiben. Schon vor der COVID-19-Pandemie verbrachte

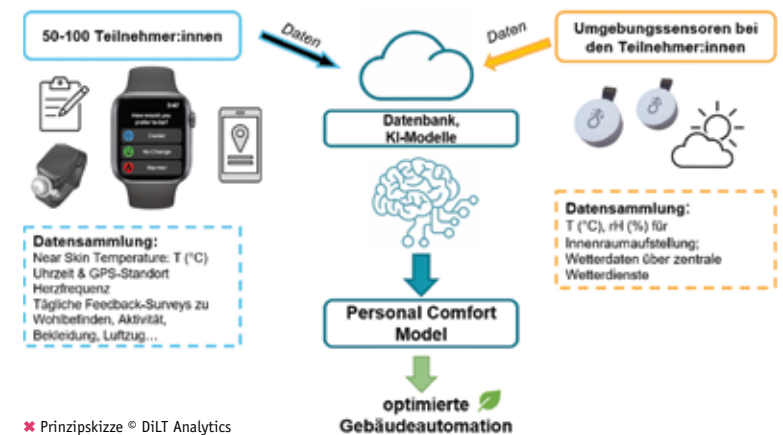
ein Großteil der Bevölkerung rund 90 % der Zeit in Innenräumen. Die Innenraumqualität in Gebäuden hat damit einen wesentlichen Einfluss auf Gesundheit und Wohlbefinden. Trotzdem gelingt die Einhaltung der entsprechenden Behaglichkeitskriterien nur selten.

### Thermischer Komfort und Behaglichkeit

Derzeit kommen in Abhängigkeit der Gebäudeart zwei Arten von Komfortbewertungsmodellen zur Anwendung: (i) Wärmebilanzmodelle (z. B. Predicted Mean Vote PMV-Index) oder (ii) adaptive Modelle. Beide sind stark vereinfachte, statistische Verfahren, wurden unter Laborbedingungen ermittelt und sollen die durchschnittliche Komfortbeurteilung einer großen Personengruppe bei der Gebäudeplanung oder im Betrieb voraussagen. Mehrere Untersuchungen haben gezeigt, dass diese starren Modelle die Komplexität der Interaktionen in der Mensch-Umwelt-Beziehung nur unzureichend abbilden und zudem individuelle Gegebenheiten wie Alter, Geschlecht, Gesundheit oder Bekleidung nicht berücksichtigen können.

### Persönliche Komfortmodelle

Aus den oben genannten Gründen rücken sogenannte „Persönliche Komfortmodelle – Personal Comfort Models“, nicht zuletzt auch durch die Fortschritte im Bereich der KI-Algorithmen, als innovatives und neues Forschungsfeld insbesondere in Asien und den USA in den Vordergrund. Personal Comfort Models werden anhand detaillierter personenbezogener Daten erstellt und können im Anschluss wieder zu „Gruppenkomfortmodellen“ für spezifische Anwendungsfälle je nach Gebäudenutzungstyp oder Gruppenzusammensetzung aggregiert werden. Wei-



Prinzipische Skizze © DiLT Analytics

Studiensetting: 1x programmierbare Apple Watch mit iButton zur Hauttemperaturmessung und für die regelmäßigen Feedbacksurveys zur Behaglichkeit, mobile Umgebungstemperatur- und Feuchtigkeitssensoren; Smartphone der Proband\*innen zur Datenübermittlung

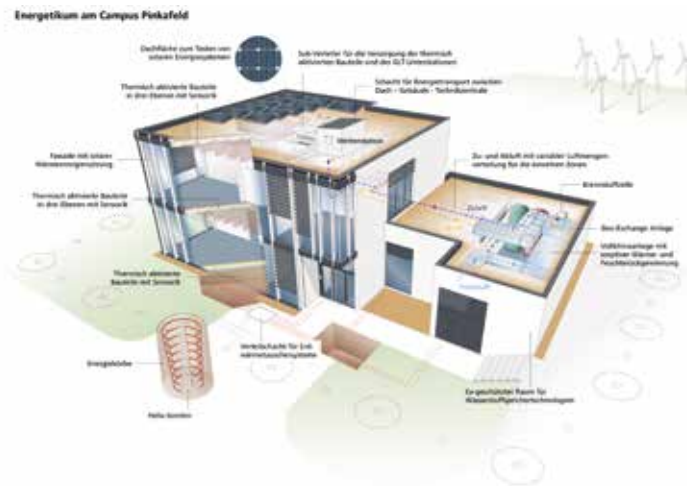
ters können Behaglichkeitszonen in Gebäuden individualisiert angepasst und der Gebäudebetrieb so auf den tatsächlichen Bedarf der Nutzer\*innen optimiert werden. In Europa gibt es bislang dazu noch keine Studien.

### Ziele des Projekts „PersonAI“

Die Entwicklungen im Projekt „PersonAI“ (user-centered AI-based energy services built on personal preference models) zielen auf eine radikale Innovation im Bereich von userzentrierten Energy Services im Gebäudesektor durch die Anwendung von Personal Comfort Models ab. Erste Studien bzw. Simulationen schätzen Energieeinsparungen zwischen 21,81 % und 44,36 % durch KI-basierte Energy Services und Komfortverbesserungen zwischen 21,67 % und 85,77 % durch Personal Comfort Models. Die Kombination dieser beiden Ansätze mit der Entwicklung von KI-basierten Personal Comfort Models bildet das Kernstück des Projekts.

Im ersten Schritt wurden gemeinsam mit relevanten Stakeholdern die potenziellen Use-Cases, die Anforderungen und fundamen-

te Einschränkungen (technisch, rechtlich, ethisch) für userzentrierte Energy Services definiert. Im Fokus stehen Potenzial und Nutzen für innovative Energy Services und der Rechtsrahmen (EPBD recast und Auswirkungen auf das nationale Recht, Taxonomie-VO, Rechtsrahmen Datenzugang/Datenschutz). Darauf aufbauend erfolgt erstmalig in Europa die Durchführung einer empirischen Nutzer\*innenstudie mit einem repräsentativen Bevölkerungsquerschnitt. Die relevanten Daten von 50 bis 100 Teilnehmer\*innen wie subjektive Feedback-Surveys (persönliche Präferenzen, Bekleidungsfaktor, Aktivitätsgrad, Luftzug, etc.), physiologische Messdaten (Hauttemperatur, Herzfrequenz, Schritte etc.), GPS-Location oder Umgebungsbedingungen (Temperaturen, Luftfeuchte) werden über mehrere Wochen erhoben. Das Studiensetting besteht dabei aus einer Apple SmartWatch zur Messung von Hauttemperatur, Herzfrequenz und Aktivitätsgrad mit integriertem Feedbacksurvey über eine eigens programmierte App, Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren für zuhause und das



© Grafik: © Forschung Burgenland

**„Langfristig erfolgreiche Energieeffizienzmaßnahmen müssen die Menschen in den Mittelpunkt stellen. Die derzeit etablierten, statischen Standards zur Bewertung des Komforts und der Behaglichkeit in unseren Gebäuden sind unzureichend und schwierig in die bestehenden Gebäuderegelungen und Betriebsoptimierungen einzubinden.“**

Theresa Kohl

Funktionsbeschreibungen Energetikum-Forschungsgebäude

Büro und dem privaten iPhone der Probanden zur Datenübermittlung.

Auf Basis der Daten werden persönliche Komfortmodelle für die Probanden separat trainiert. Dazu kommen verschiedene Machine Learning-Modelle (z. B. Logistic Regression, Random Forest, Extreme Gradient Boosting, Support Vector Machine, K-Nearest Neighbors, Gaussian Naive Bayes etc.) zum Einsatz.

**Proof-of-Concept im Gebäude „Energetikum“**

Bisher durchgeführte Studien beschäftigten sich ausschließlich mit der „Accuracy of Personal Comfort Prediction“ als Key-Performance-Indikator für das entwickelte Modell. Die für den Gebäudesektor erzielbaren Vorteile durch die Einbindung in die Regelungstechnik wurden bisher nicht quantifiziert (z. B. erzielbare Energie- und Kosteneinsparungen) oder in einer Testumgebung validiert. Ein weiterer Forschungszweig umfasst die Entwicklung von Human-in-the-Loop-Regelungen für die dynamische Anpassung von Regelungswerten (Temperatur, Feuch-

te, CO<sub>2</sub>, Beleuchtung, Schall, Luftzug etc.) in Gebäuden oder die Ableitung von „Cohort Comfort Models“ aus den gesammelten Daten. Dabei ist insbesondere die Einbindung tragbarer Sensoren in die Gebäudeautomation noch nicht erforscht.

Somit ergibt sich die Notwendigkeit des Proof of Concepts in geeigneter Testumgebung für das Projekt „PersonAI“. Eine Möglichkeit für das Proof of Concept besteht darin, die persönlichen Modelle wieder zu aggregieren, um die thermische Behaglichkeit einer spezifischen Personengruppe (z. B. in einem Stockwerk, in einer thermischen Zone) bei den gegebenen Umgebungsbedingungen vorherzusagen oder das User-feedback mittels Smartwatches oder sonstigen Systemen direkt in die Gebäuderegulation rückzuspielen.

Hierzu wird vom Projektpartner Forschung Burgenland ein Testkonzept für das Forschungsbürogebäude „Energetikum“ am Standort Pinkafeld erarbeitet. Das Energetikum wird als „Living Lab“ betrieben und ermöglicht durch die umfassende Ausstattung die Weiterent-

wicklung von Einzeltechnologien wie Solar- und Photovoltaiksystemen, Wärmepumpen und Energiespeichern sowie die Entwicklung systemübergreifender und nutzerbezogener Regelungsstrategien.

Abschließend wird die Performance und Eignung der persönlichen Komfortmodelle für die Einbindung in userzentrierten Energy-Services vom Projektteam und dem wissenschaftlichen Advisory Board evaluiert werden.

Das Projekt „PersonAI“ wird vom Bundesministerium für Klimaschutz im Programm „TIKS – Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt (1. Ausschreibung, 2022)“ der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG gefördert.

**Ein interdisziplinäres Konsortium**

Die Konsortialführung liegt beim Intelligent Buildings and Systems Lab der TU Wien. Im Zentrum des Labs steht die Entwicklung skalierbarer computergestützter Methoden für innovative Energiedienstleistungen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Schnittstelle Mensch – Technik – Umwelt, mit besonderem Fokus auf Wohlbefinden, Komfort und Leistungsfähigkeit.

Das akademische Spin-off DiLT

Analytics GmbH der Technischen Universität Graz spezialisiert sich auf innovative Energy Services und ist gemeinsam mit der TU Wien für die Umsetzung der empirischen Studie und der Untersuchung von Verwertungsmöglichkeiten verantwortlich.

Mit ca. 25 wissenschaftlichen Mitarbeitern\*innen und Professor\*innen forscht das Center for Building Technology der Forschung Burgenland an effizienten Systemlösungen zur nachhaltigen Energieversorgung von

Gebäuden und Quartieren. Für die Forschungstätigkeiten stehen die eigenen Versuchsgebäude Living Lab Energetikum und LowEnergetikum zur Verfügung. Diese werden auch für „PersonAI“ im Rahmen des Proof of Concepts zur optimierten Gebäuderegelung genutzt.

Die am Institut für Öffentliches Recht und Politikwissenschaft der Rechtswissenschaftlichen Fakultät der Universität Graz angesiedelte Professur „Öffentliches Recht und Digi-

talisierung“ bringt die breite Expertise für die Analyse des Rechtsrahmens in diesem Innovationsprojekt mit ein.

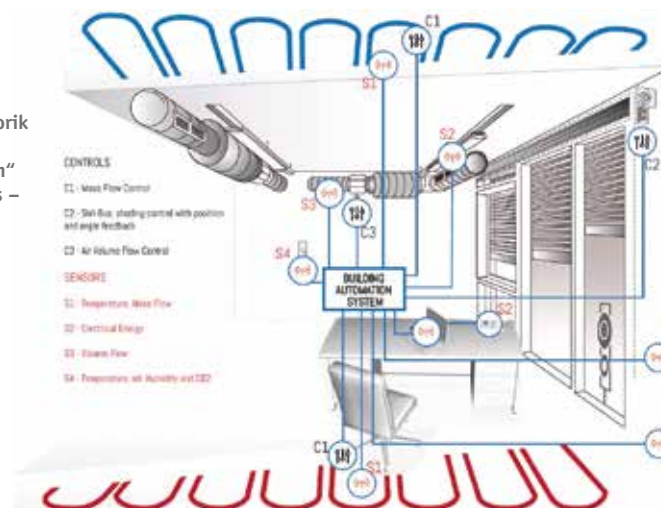
„PersonAI“ ist außerdem Teil des Green Energy Labs, einer Forschungsinitiative für nachhaltige Energielösungen, und Teil der österreichischen Innovationsoffensive „Vorzeigeregion Energie“ des Klima- und Energiefonds. Das Green Energy Lab unterstützt das Projekt im Bereich des Stakeholdermanagements und der Dissemination.

© Foto: © Forschung Burgenland



Mobiler Messbaum zur Aufnahme relevanter Innenraummessdaten

Sensorik und Aktorik im sogenannten „Simulationsraum“ des Energetikums – mit spezieller Messtechnik ausgestatteter Forschungsraum für das Proof of Concept



© Grafik: © Forschung Burgenland

**KURZFASSUNG**

Die Entwicklungen im grundlagennahen Energieforschungsprojekt „PersonAI“ aus dem Green Energy Lab zielen auf eine radikale Innovation im Bereich von userzentrierten Energy Services im Gebäudesektor durch die Anwendung von sogenannten „persönlichen Komfortmodellen“ ab. Erstmals sollen in einem Proof of Concept persönliche Komfortmodelle in die Gebäudeautomation im Forschungsgebäude „Energetikum“ in Pinkafeld integriert und neben modellierungsspezifischen Performanceindikatoren auch ein Fokus auf Energieeffizienzauswirkungen gelegt werden.

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.

**N**eubauten 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

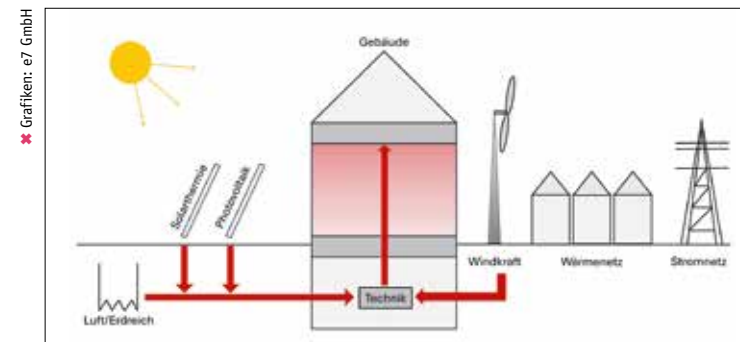


Abbildung 1: Beladung des Speichers mit Wärme aus Umweltenergie

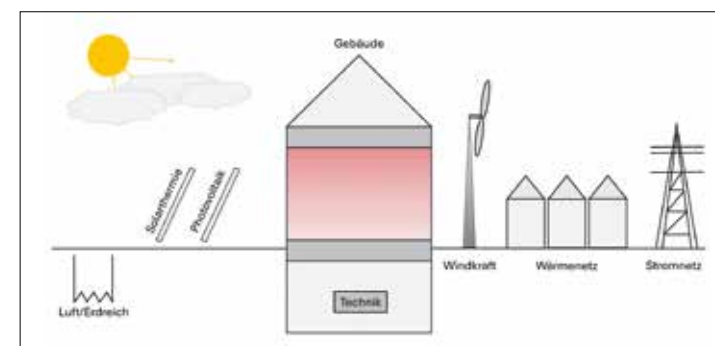


Abbildung 2: Deckung der Wärmeverluste durch gespeicherte Energie

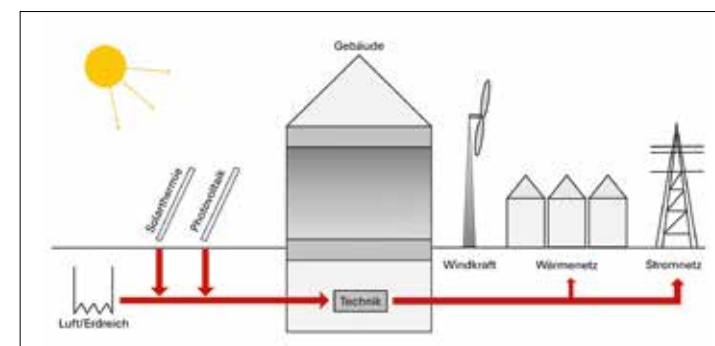


Abbildung 3: Einspeisung von vor Ort erzeugter Energie in öffentliche Netze

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.

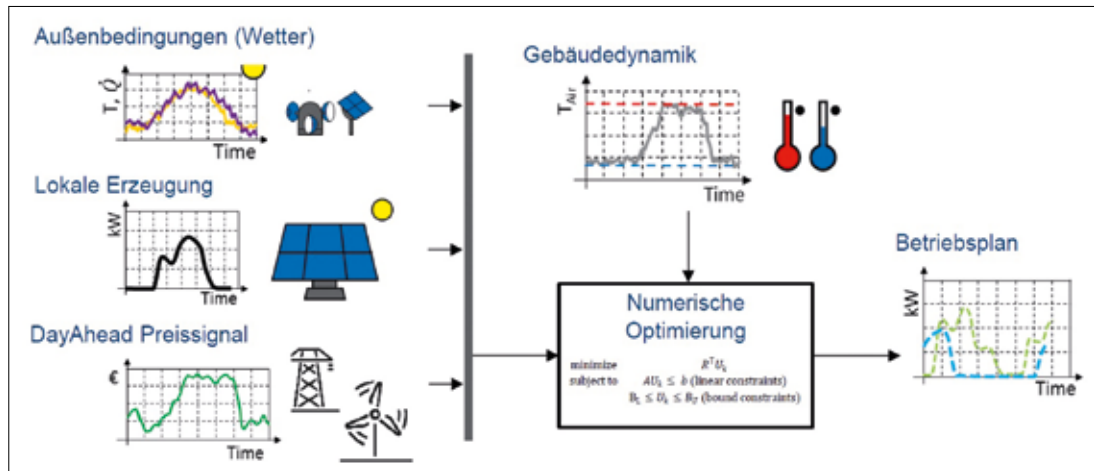
Drei wesentliche Tätigkeiten wurden dafür im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchgeführt:

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. ⊗



## IMPRESSUM 2025

**Medieninhaber und Herausgeber:** WEKA Industrie Medien GmbH  
**Geschäftsführer:** Mathäus Hose, MBA; Beatrice Schmidt (beatrice.schmidt@industriemedien.at) **Chefredakteur:** Klaus Paukovits (klaus.paukovits@industriemedien.at) **Redaktion:** Lena Wechselberger (lena.wechselberger@industriemedien.at) **Projektleiterin:** Mag. Daniela Harmer  
**Produktion:** Marlene Mikes (anzeigen@industriemedien.at) **Verkauf:** Ing. Marianne Schmidt (marianne.schmidt@tga.at) **Art Direction:** Nicole Fleck, BA **Grafik:** Bernhard Erlacher-Vargha **Lektorat:** Christoph Slezak **Druck:** Berger, Horn, www.berger.at **Erscheinungsweise:** jährlich **Bezugspreis:** 25 Euro (zzgl. 10% MwSt.), ab 20 Stück: 18 Euro; © by WEKA Industrie Medien GmbH, Dresdner Straße 43, 1200 Wien, Telefon +43-1-40410 **Internet:** www.industriemedien.at, www.tga.at **Printed in Austria** 2024

Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Autoren sowie des Verlages ausgeschlossen ist. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die Rechte der Verbreitung, der Übersetzung, des Nachdrucks und der Wiedergabe auf photomechanischem Wege sowie die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei auszugsweiser Verwertung, dem Verlag vorbehalten.

Bei den Artikeln in den Rubriken „Referenzen“, „Projekte“, „Lösungen“ und „Produkte“ handelt es sich teilweise um entgeltliche Schaltungen.



# Nachhaltige thermische Behaglichkeit mit System

  
**VOGEL&NOOT**

## TGA - SPEZIAL

Erscheinungsort Wien | Verlagspostamt 1200 Wien  
Österreichische Post AG | 17Z041190 M



WEKA Industrie Medien GmbH  
Dresdner Straße 43 | 1200 Wien  
[www.tga.at](http://www.tga.at) | [www.industriemedien.at](http://www.industriemedien.at)