

Hybrider Energieansatz zur flexiblen Wärmeversorgung im Geschosswohnbau

E. Hummer, T. Nacht

Award Energy Research GmbH, Graz, Österreich

ABSTRACT:

Considering the climate and energy related goals, that claim a significant reduction of greenhouse gases, the future energy supply should be mainly based on renewable energy sources (RES). On the one hand, this leads to an increased demand of flexibility in the energy system, especially on the demand side. This situation arises from the volatile and supply-dependent character of RES. On the other hand, an additional step towards a regenerative energy supply is to take actions for more energy efficiency, especially in the heat-sector. Today approximately 30 % of Austria's total energy consumption results from heat demand in buildings (heating and hot water preparation). A crucial part of this demand occurs in multi-story buildings, where the following challenges arise: (1) The heat supply of multi-story buildings is characterized by high losses in the feed lines for the apartments, which show a high potential for improvement. (2) Effective usage of RES onsite production and (3) compensation of the effects of a high RES share in the energy markets.

Thus, the project Hybrid-FLEX sets the focus on a more efficient way of supplying heat in multi-story buildings and furthermore addresses the flexibility demand. The objective of the project is to conceptualize different application variations for the Hybrid-FLEX system and to test them on laboratory scale with regard to their feasibility. For this purpose, four scenarios, which differ significantly in the application of the Hybrid-FLEX system, are examined in detail. These are: (1) Large city heat supply, (2) optimization of own usage of RES, (3) usage of flexibility in the electricity system and (4) usage of flexibility in the electricity system with booster heat pumps. Each of the four pillars will feature a plug-and-function hybrid-system with the decentralized wall integrated heat storage enerboxx (Pink GmbH, 2017) as core component. Through the combination with other innovative technologies an intelligent overall system, that is able to receive external control signals and adapt its operation according to these signals, will be created. One of these necessary components is an energy management system, in the specific case SEMS (LEVION Technologies GmbH, 2017). Thus, technical concepts for the four intended applications are to be developed, the legal framework is to be raised and the efficiency of the system checked. In addition, the effects of the flexibility approach on the overall systems (electricity and heat grid) will be examined, and conclusions and experience will be gathered on this hybrid approach.

Since the project was launched in May 2017, the next steps are the development of a modular simulation model whose components are created on the one hand in SIMPLEX and on the other hand in MATLAB. A merge then takes place to form an overall system, which enables adaptation of suitable control strategies to suit the particular application. To this end, the respective framework conditions of the four application cases must be defined and the corresponding data for the simulation should be recorded and processed. Based on these results, a laboratory test is being prepared to test the developed control strategies.

1. AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG

Der Europäische Rat hat im Oktober 2014 die neuen Ziele für den klima- und energiepolitischen Rahmen 2030 und damit die Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 beschlossen. Als ein wichtiger Schritt zur Erreichung dieser Ziele, soll der Anteil der Erneuerbaren Energien in Österreich bis zum Jahr 2020 auf 34 % steigen (Maurer, et al., 2016). Eine erfolgreiche Umsetzung der Klima- und Energiestrategie, kann daher nur gelingen, wenn die Energiewende nicht nur den Strommarkt, sondern auch den Wärmemarkt bzw. die Wärmeerzeugung und -verteilung in Gebäuden selbst, sowie in weiterer Folge auf die Verschränkung des Strom- und Wärmebereichs berücksichtigt. Aktuell werden in Österreich fast 30 % des gesamten Endenergiebedarfs für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser benötigt (bmwfw, 2017).

Eine relevante Wärmesenke stellt der Wohnbau dar, und als Teil davon der Geschosswohnbau. Dies ist insbesondere im urbanen Raum der Fall, der eine höhere Dichte an Geschosswohnbauten aufweist. Die Wärmebereitstellung in Geschosswohnbauten erfolgt aktuell durch unterschiedliche Wärmequellen. Während Einzelheizungen als Zusatzheizungen eine eher untergeordnete Rolle spielen, dominieren heute zentrale Heizungsanlagen (Zucha, et al., 2017). Auch der vermehrte Einsatz sogenannter Hybrid-Systeme (intelligente Kombination mehrerer Technologien) gewinnt in Wohngebäuden, durch den Wandel des Energiesystems, zunehmend an Bedeutung. Bedingt durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger zur Energiebereitstellung (im Strom- und Wärmebereich), kommt es zukünftig, aufgrund des volatilen und dargebotsabhängigen Charakters, zu einem höheren Bedarf an Flexibilitäten im System. Gebäude können dabei durch dezentrale Erzeugungskapazitäten sowie den Einsatz von Speichern und Lastmanagementmaßnahmen einen Teil zur Flexibilisierung beitragen und somit aktive Teilnehmer des Energiesystems werden. Dabei kommt auch den in den Gebäuden integrierten Wärmespeichern, welche an sich eine Flexibilität für das System darstellen, eine immer größere Bedeutung zu.

Für die Energieversorgung von Geschosswohnbauten, sowie in Hinblick auf die Transformation des Energiesystems ergeben sich daher folgende Herausforderungen:

- (1) Reduktion der Wärmeverluste in Mehrparteienwohnhäusern aufgrund ineffizienter Versorgungssysteme: Die kontinuierliche Verbesserung der Gebäudestandards und Sanierungsmaßnahmen haben dazu geführt, dass der Heizwärmebedarf in Wohngebäuden in den letzten Jahren stetig reduziert werden konnte (Bauer, 2013). Dieser Trend wird sich zukünftig weiter fortsetzen (Müller, et al., 2010). Dies bedingt, dass der Anteil des Energieeinsatzes für die Brauchwarmwasserbereitung zunehmend an Bedeutung gewinnt. Beträgt der Bedarf an Brauchwarmwasser am Gesamtwärmebedarf bei einem Gebäude aus den 1980er Jahren in etwa 15 – 25 %, so sind es bei heutigen Neubauten ca. 30 – 50 % und bei Passivhäusern sogar bis zu 60 % (Milles, 2004) (Fink, et al., 2008). Dieser Tatsache geschuldet, muss die Effizienz bei der Warmwasserbereitung und -verteilung stetig steigen, denn diese zeichnet sich insbesondere im Geschosswohnbau durch sehr hohe Verluste in den Zuleitungen zu den Wohneinheiten aus (Stadt Wien, 2016), weshalb hier ein hohes Verbesserungspotential besteht.
 - (2) Effektive Nutzung von dezentraler erneuerbarer Erzeugung: Die im Juni 2017 beschlossene Novellierung des Ökostromgesetzes und die damit verbundenen Änderung des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (EIWOG), hinsichtlich der Nutzung von erzeugtem PV-Strom in Mehrparteienwohnhäusern, ermöglicht erstmals die effiziente Umsetzung alternativer Versorgungskonzepte. Hierbei entstehen besonders für Gebäude mit mehreren NutzerInnen attraktive Möglichkeiten, den lokalen Eigenstromverbrauchsanteil der Photovoltaik über Mieterstrommodelle zu erhöhen. Eine effiziente Wandlung des Stroms in Wärme, und in Verbindung mit Wärmespeicherung auch der
-

zeitliche Versatz von Produktion und Konsum, können zu einer deutlichen Steigerung der Eigenbedarfsdeckung führen und damit die Wirtschaftlichkeit der installierten Anlagen erhöhen (Biermayr, et al., 2017)

- (3) Kompensation der Auswirkungen am Energiemarkt: Eine Reduktion der erneuerbaren Überschüsse hätte nicht nur für die EndkundInnen, sondern auch für das gesamte Stromsystem Vorteile (Reduktion der Netzbelastung, geringerer fluktuierender Erzeugungsanteil im Strommix, etc.). Da sich die Erzeugung im Fall der fluktuierenden erneuerbaren Stromerzeugung nicht anpassen lässt, muss der Verbrauch flexibel gestaltet werden. Dies ist jedoch ohne Komfortverlust nur durch die Einbindung von Flexibilitäten in das System möglich.

2. DER HYBRID-FLEX ANSATZ

Aufgrund dieser Entwicklungen beschäftigt sich das im Mai 2017 gestartete Projekt Hybrid-FLEX damit, durch den angedachten Ansatz eine Reduktion der Verluste bei der Wärmeversorgung in Mehrparteienwohnhäusern zu erzielen und zeitgleich Flexibilitäten über die Speicherung von Wärme zu generieren. Durch den Einsatz eines dezentralen, in den einzelnen Wohnungen installierten Wärmespeicher, der enerboxx (Pink GmbH, 2017) und dessen innovative Kombination mit anderen Technologien, soll ein intelligentes Gesamtsystem entstehen, das in der Lage ist externe Steuersignale zu empfangen und seinen Betrieb entsprechend dieser Signale anzupassen. Eine der dafür notwendigen Kernkomponenten stellt ein Energiemanagementsystem, im konkreten Fall SEMS (LEVION Technologies GmbH, 2017), dar.

Das Ziel des Projektes ist es, unterschiedliche Einsatzvarianten für das Hybrid-FLEX System zu konzeptionieren und in Laborversuchen hinsichtlich der Realisierbarkeit zu überprüfen. Hierfür werden vier Szenarien, die sich bezüglich der Anwendung des Hybrid-FLEX Systems maßgeblich unterscheiden im Detail untersucht. Es sollen, technische Konzepte für diese vier angedachten Anwendungsfälle entwickelt, die rechtlichen Rahmenbedingungen erhoben und die Wirtschaftlichkeit des Systems überprüft werden. Zusätzlich werden die Auswirkungen des Flexibilitätsansatzes auf das übergeordnete System (Strom- und Wärmenetz) untersucht und Schlussfolgerungen und Erfahrungen über diesen hybriden Ansatz gesammelt.

2.1 HERANGEHENSWEISE

Die Herangehensweise sieht in einem ersten Schritt die Erhebung der Rahmenbedingungen für die einzelnen Anwendungsfälle vor, welche zudem auch eine Erfassung und Analyse der Bedürfnisse und Anforderungen der unterschiedlichen Anspruchsgruppen beinhaltet. Weiters erfolgt die Erarbeitung der technischen Anforderungen an das System. Durch die Erstellung eines modular aufgebauten Simulationsmodells (siehe Abbildung 1), welches je nach Anwendungsfall das Zusammenspiel der unterschiedlichen Komponenten abbildet, erfolgt die Erarbeitung und Simulation der notwendigen Regelstrategien.

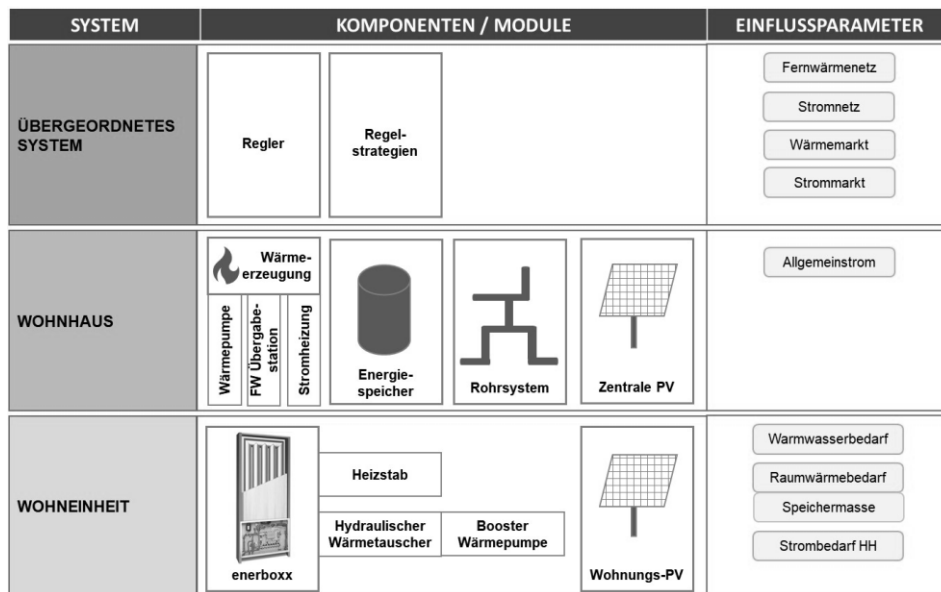


Abbildung 1: Aufbau und Module des Simulationsmodells

Zudem werden anhand von Simulationen auch die systemischen Auswirkungen des Hybrid-FLEX Ansatzes untersucht, geeignete Geschäftsmodelle erarbeitet um auch die wirtschaftlichen Auswirkungen beurteilen zu können. Ergänzend zu den Simulationen sollen für einen ausgewählten Anwendungsfall Versuchsaufbauten für die notwendige Regelungstechnik erstellt werden, um die Umsetzbarkeit der geplanten Regelstrategie zu testen. Abschließend erfolgt die Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Umsetzung des Hybrid-FLEX Ansatzes im Umfeld der vier definierten Anwendungsszenarien.

2.2 SZENARIENBETRACHTUNG

Die vier im Projekt betrachteten Szenarien unterscheiden sich teilweise maßgeblich in der Art und Weise wie die Flexibilität genutzt wird. Kernelement eines jeden Szenarios bildet der dezentrale Wand-Wärmespeicher, welche die zeitliche Entkoppelung zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch ermöglicht, und somit für die notwendige Flexibilität des Systems sorgt.

Das System enthält in einem kompakten Einbaurahmen den Warmwasserspeicher und die Heizungsverteilung für eine Wohneinheit. Durch die enthaltenen Warmwasserspeicher, die periodisch über das hydraulische 2 Leiter-Netz geladen werden, kann die ständige Zirkulation von Heizungs- oder Trinkwasser im Wohnhaus komplett entfallen. Die Ladung der Speicher eines Gebäudes erfolgt dabei zeitgleich und prinzipiell mit gegenüber dem Heizbetrieb erhöhter Vorlauftemperatur im Warmwasser-Vorrangbetrieb, somit kann eine Festwertregelung für das Heizsystem in der Wohneinheit entfallen. Nach Abschluss der Warmwasserladung wird die Netztemperatur auf das minimal notwendige Maß (witterungsgeführt) reduziert. Außerhalb der Heizperiode kann das Netz abgeschaltet oder für Kühlzwecke verwendet werden. Sämtliche Ventile sind als druckunabhängige Regel- und Einreguliertventile ausgeführt und verhindern somit zu hohe Durchflüsse. Dadurch wird eine exakte hydronische Regelung ermöglicht. Zudem kann jede Wohneinheit unabhängig von den anderen auf den eigenen Warmwasservorrat zugreifen.

Die definierten Einsatzvariante werden nachfolgend näher erläutert.

2.2.1 Der Hybrid-FLEX Ansatz im Umfeld einer großstädtischen Wärmeversorgung

Ziel dieses Anwendungsfalls ist es, die entstehende Flexibilität des Hybrid-FLEX Ansatzes dahingehend zu nutzen, sich an die Einspeisung einer großstädtischen Wärmeversorgung anzupassen. Der Ansatz strebt die Entlastung des Wärmenetzes sowie die Vermeidung teurer Erweiterungsmaßnahmen an. Die vorhandene Flexibilität soll beispielsweise dazu genutzt werden, die Spitzen des Wärmebedarfs abzufedern. Das angedachte Konzept ist in Abbildung 2 dargestellt.

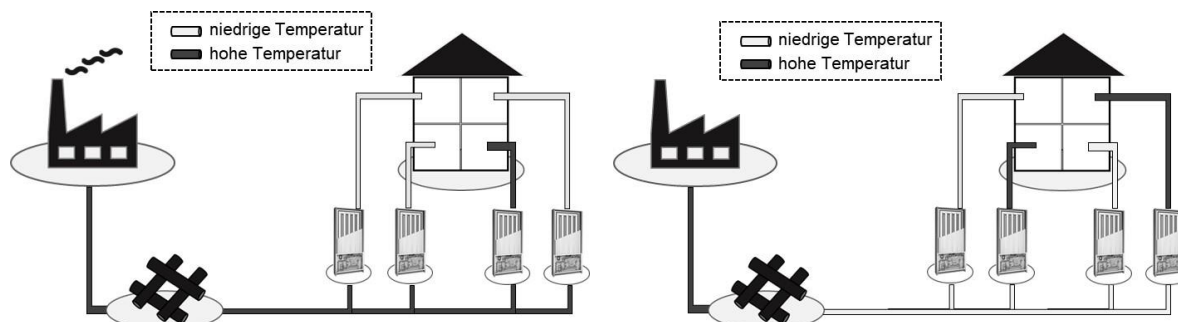


Abbildung 2: Ansatz für die Anbindung an die großstädtische Wärmeversorgung

2.2.2 Der Hybrid-FLEX Ansatz zur Optimierung des PV-Eigenbedarfs

Der zweite Ansatz verfolgt das Ziel, die lokale Stromerzeugung aus Photovoltaik (PV) möglichst sinnvoll einzusetzen und die Überschüsse weitestgehend zu reduzieren. Dafür wird ein System betrachtet, bei dem eine PV-Anlage eine im Gebäude installierte Wärmepumpe betreibt, welche für die Erzeugung der notwendigen Wärmeenergie zuständig ist (siehe Abbildung 3).

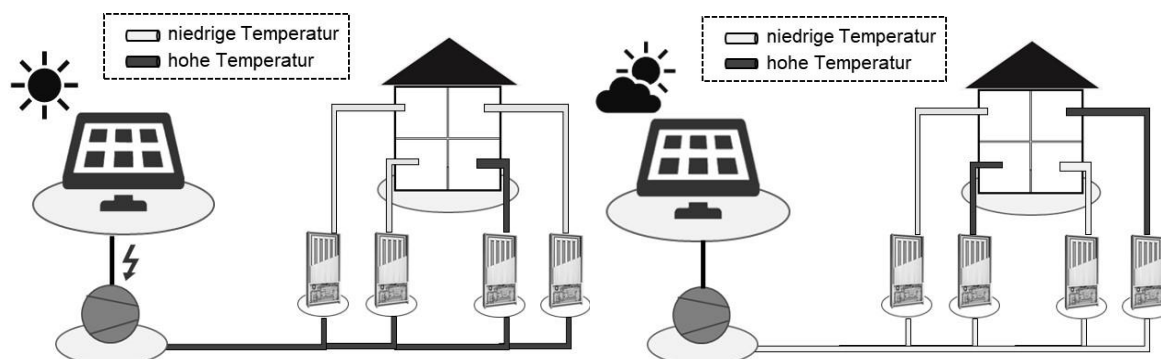


Abbildung 3: Ansatz zur Erhöhung des Eigennutzungsanteils der PV-Erzeugung

Bei vorliegender PV-Einspeisung wird die Wärmepumpe mit PV-Strom versorgt und liefert Wärme an die Wandspeicher, wo sie anschließend bei Bedarf entnommen werden kann (linke Grafik). Liegt keine PV-Einspeisung vor, hält die Wärmepumpe das System, abhängig von den Außentemperaturen, auf einer voreingestellten Grundtemperatur (rechte Grafik).

2.2.3 Der Hybrid-FLEX Ansatz zur Flexibilitätsnutzung im Stromsystem

Bei dieser Variante erfolgt die Wärmebereitstellung über eine zentrale Gebäudewärmepumpe, welche durch diverse übergeordnete Signale angesteuert wird. Das Signal kann dabei, wie in Abbildung 4 dargestellt, ein Preissignal sein, es soll aber auch möglich sein, die Wärmepumpe (WP) zur Bereitstellung von Ausgleichs- oder Regelleistung zu nutzen. Erfordert dieser Fall eine Änderung des Lastverhaltens, passt sich die Wärmepumpe an. Der Speicher schafft die notwendige Flexibilität um diesen Betrieb zu ermöglichen. Soll die Wärmepumpe eingeschaltet

werden, puffert die Speicher die resultierende Wärmeerzeugung, soll sie deaktiviert werden, kann der Speicher den Bedarf an Warmwasser zwischenzeitlich abfedern.

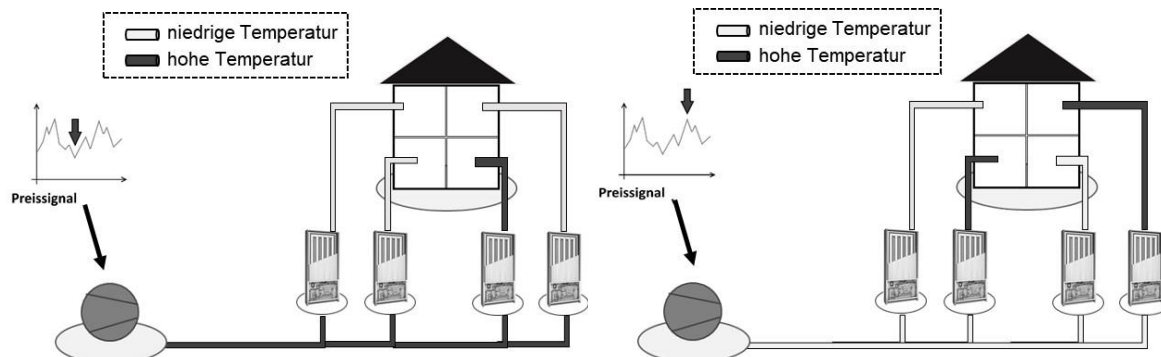


Abbildung 4: Ansatz für die Flexibilitätsnutzung im Stromsystem

Durch diesen Ansatz ergibt sich ein Vorteil für das Stromsystem, da Strombedarf zu für das System günstigen Zeitpunkten erzeugt wird, sowie ein Vorteil für den Wärmeerzeuger, da dieser die Wärme auf Basis beispielsweise günstiger Preissignale erzeugen kann.

2.2.4 Der Hybrid-FLEX Ansatz zur Flexibilitätsnutzung im Stromsystem durch Booster-WP

Der vierte Anwendungsfall sieht wiederum den Einsatz einer zentralen Gebäudewärmepumpe vor, um den Heizwärmebedarf im Gebäude zu decken. Der Betrieb der Wärmepumpe kann ähnlich den bereits andiskutierten Fällen erfolgen. Als Ergänzung in diesem Szenario wird der Warmwasserbedarf der Wohneinheiten durch kleine in den Wohneinheiten vorhandene Booster-Wärmepumpen gedeckt (siehe Abbildung 5). Die zentrale Gebäudewärmepumpe kann entsprechend kleiner als in den anderen Ansätzen dimensioniert werden. Die Booster-WP speisen in den Wandspeicher zu Zeiten mit vorteilhaften Preissignalen ein und bei Bedarf wird die Wärmeenergie aus dem Speicher entnommen. Damit wird das Ziel verfolgt, den preislichen Vorteil der Flexibilität auf die NutzerInnen zu übertragen.

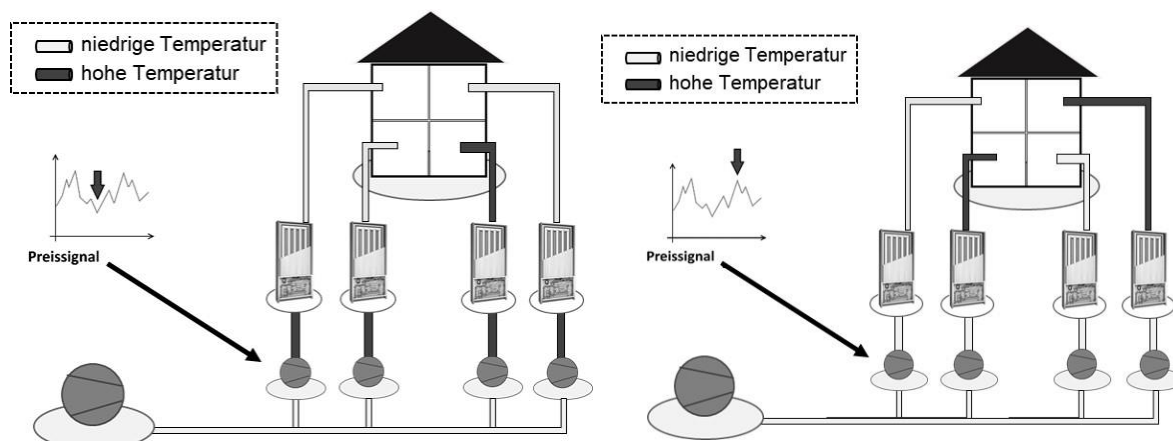


Abbildung 5: Ansatz für die Flexibilitätsnutzung im Stromsystem in Kombination mit Booster-Wärmepumpen

3. AUSBLICK

Im Rahmen des Projektes wird ein hybrides Komplettsystem für die Wärmeversorgung von Wohneinheiten in Mehrparteienwohnhäusern geschaffen, das durch den innovativen Aufbau

die Wärmeverluste gegenüber einer konventionellen Wärmeversorgung reduziert und über die Regelbarkeit dem System Flexibilität bereitstellt. Dieses System soll von intelligent erfassten Messsignalen, Prognosedaten und externen Signalen gesteuert werden.

Die nächsten Schritte im Projekt sehen die Erarbeitung der einzelnen Module des Simulationsmodells, welche zum Teil in SIMPLEX und zum Teil in MATLAB erstellt werden, vor. In weiterer Folge erfolgt die Zusammenführung zu einem Gesamtsystem, das angepasst an den jeweiligen Anwendungsfall die Erarbeitung passender Regelstrategien ermöglicht. Dazu gilt es zum einen die jeweiligen Rahmenbedingungen der vier Anwendungsfälle abzustecken und weiters entsprechende Daten für die Simulation zu erfassen und aufzubereiten. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird ein Laborversuch zur Erprobung der erarbeiteten Regelstrategie vorbereitet.

Das Projekt Hybrid-FLEX zeichnet sich durch einen hohen Innovationsgrad aus, der sich aus der neuartigen Kombination von bestehenden Komponenten zu einem Gesamtsystem ergibt. Durch den gewählten Ansatz wird die derzeit wenig beforschte Bereitstellung und Nutzung von Flexibilität im Energiesystem für Mehrparteienwohnhäuser in den Fokus der Forschung gerückt. Durch die gewählte Herangehensweise werden realisierbare und in einem Versuchsaufbau geprüfte Hybrid-Komplettsysteme untersucht, die in den gängigsten Wärmeversorgungsszenarien anwendbar sind.

DANKSAGUNG



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2016 durchgeführt.

LITERATUR

- Bauer, E. (2013) Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit. Wien, Österreich: Österreichischer Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen.
- Biermayr, P. et al (2017) Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2016. Wien, Österreich: bmvit.
- bmwfw (2017) Energie in Österreich Zahlen, Daten, Fakten. Wien, Österreich: Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.
- Fink, C. & Müller, T. (2008) Thermische Solarenergienutzung im Geschoßwohnbau – Ein Leitfaden für Planung, Umsetzung und Betriebsführung. Wien, Österreich: bmvit.
- LEVION Technologies GmbH (2017) SEMS Smart Energy Management System. <https://www.sems.energy/>
- Maurer, C. et al (2016) Grünbuch für eine integrierte Energie- und Klimastrategie. Wien, Österreich: bmwfw.
- Milles, U. (2004) Optimierte Warmwasserverteilung in Wohngebäuden. Eggenstein-Leopoldshafen, Deutschland: BINE Informationsdienst.
- Müller, A. et al (2010) Systeme zur Wärmebereitstellung und Raumklimatisierung im österreichischen Gebäudebestand: Technologische Anforderungen bis zum Jahr 2050. Wien, Österreich: Klima- und Energiefonds.
- Pink GmbH (2017) enerboxx – Wandspeichersystem. <http://www.pink.co.at/enerboxx.htm>.
- Stadt Wien (2016) Technologieleitfaden Warmwasser. Wien, Österreich: Magistrat der Stadt Wien
- Zucha, V. et al (2017) WOHNEN Zahlen, Daten und Indikatoren der Wohnstatistik. Wien, Österreich: Statistik Austria.
-

Kontakt Daten Autoren:

Evelyn Hummer

Reininghausstraße 13a

A-8020 Graz

Email: evelyn.hummer@4wardenergy.at

Thomas Nacht

Reininghausstraße 13a

A-8020 Graz

Email: thomas.nacht@4wardenergy.at
