

**Förderinitiative „CO2 Reduktionstechnologien“ des Bundesministeriums
für Wirtschaft und Energie**

Geplanter Antrag

Vorhaben-Name (Langtitel)

Einfluss der Betriebsführung auf die Effizienz von Heizungsanlagen im Bestand

Laufzeit: 9/2018-8/2020

Vorhaben-Akronym

BaltBest

EBZ Business School, Bochum (Koordinator)

TU Dresden

Techem GmbH, Eschborn

Energieservice Plus/Innogy

Assoziierte Partner

LEG Immobilien AG, Düsseldorf

Vonovia SE, Bochum

Bau- und Sparverein, Dortmund

DoGeWo, Dortmund

Verbundkoordinator:

EBZ Business School
Springorumallee 20
44795 Bochum

Ansprechpartner und Projektleiter:

Prof. Dr. Viktor Grinewitschus
Professur für Energiefragen der Immobilienwirtschaft
Tel.: +49 234 9447-837
E-Mail: v.grinewitschus@ebz-bs.de

<http://www.ebz-business-school.de/>

Abschätzung von Gesamtkosten und Förderbedarf

Die Laufzeit des geplanten Projekts beträgt 24 Monate. Hierfür werden Ausgaben bzw. Kosten in Höhe von € 1.560.500 veranschlagt. Darin enthalten sind Kosten für die Messtechnik (inkl. Installation) sowie die Personalkosten für die Forschungsaktivitäten und die Betreuung der Anlagen während der Projektlaufzeit. Nicht enthalten sind Investitionskosten für die Erneuerung der Heizungsanlage. Die beantragte Gesamtfördersumme beträgt € 1.247.000 €.

Gesamtziel des Vorhabens

Bis zum Jahr 2050 soll der Wärmebedarf in Gebäuden nahezu klimaneutral gestaltet sein [DENA 2016]. Neben Maßnahmen wie Optimierungen an der Gebäudehülle wird der dezentralen Energieerzeugung, der Sektorkopplung von Strom und Wärme, der Effizienz der Anlagentechnik und dem Nutzerverhalten eine immer wichtige Rolle zugemessen, um den Primärenergie-Verbrauch und damit den CO₂-Ausstoß in Deutschland zu reduzieren.

Die Immobilienbestände der Wohnungswirtschaft tragen zu einem Anteil von 40%¹ zu dem Gesamtenergieverbrauch im Haushaltssektor bei. Seit dem Jahr 1990 wurden rund 65% der vom GdW erfassten Wohnungen energetisch modernisiert. In den neuen Bundesländern liegt dieser Wert sogar schon bei 86,7%².

Die Investitionskosten im Bereich vom Neubau, Modernisierung und Instandhaltung von Wohnungen sind im Jahr 2014 gegenüber den Vorjahren gestiegen. Die Investitionen stiegen real um 3,8 %. Ein Investitionsvolumen von 174 Milliarden EUR repräsentiert einen Anteil von 59,3 % aller Bauinvestitionen in Deutschland. Die Investitionen der im GdW und seinen Regionalverbänden organisierten Wohnungsunternehmen stiegen 2014 auf 10,9 Milliarden EUR. Ein Wachstum um 5,9 % gegenüber dem Vorjahr.³ Trotz laufender Sanierungsmaßnahmen ist der Energieverbrauch in den wohnungswirtschaftlichen Beständen in den letzten Jahren in

¹ <http://www.zeit.de/angebote/zukunftswerkstatt/erdgas/klimaschutzziele/index/seite-2>

² <http://web.gdw.de/pressecenter/pressemitteilungen/2277-wohnungswirtschaft-legt-stabile-jahresbilanz-vor-regulierungsplaene-trueben-zukunftsaussichten>
http://neu.ake-ev.de/wp-content/uploads/2011-04-27_vogler-Sanierung-in-der-Wohnungswirtschaft.pdf

³ <http://web.gdw.de/service/publikationen/2895-gdw-wohnungswirtschaftliche-daten-und-trends-2016>

der Breite nicht signifikant gesunken, im letzten Jahr sogar wieder um ca. 2% angestiegen (siehe Techem Energiekennwerte-Report 2017).

In den Beständen, die mit konventionellen Wärmeerzeugern (Öl, Gas) betrieben werden, besteht ein bisher nicht erschlossenes Optimierungspotenzial in der Energieeffizienz durch eine verbesserte Betriebsführung und den Austausch von Heizungsanlagen.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die folgenden Maßnahmen geeignet sind, die Energieeffizienz der Anlagen maßgeblich zu verbessern:

1. Erneuerung des Wärmeerzeugers.
2. Optimierung der Betriebsführung der Heizungsanlage durch bessere Anpassung der Wärmeerzeugung an den Wärmebedarf (Einstellung der Heizkennlinie zur Absenkung der Vorlauf-Temperaturen, Zeitprogramme, Heizgrenztemperaturen).
3. Senkung der Rücklauf-Temperaturen und Rohrleitungsverluste durch einen hydraulischen Abgleich.
4. Anpassung der Kesselbetriebsführung auf die Trinkwassererwärmung in den Sommermonaten.
5. Reduzierung des Hilfsenergieeinsatzes durch Anpassung der elektrischen Leistungsaufnahme der Umwälzpumpen an die lokalen Gegebenheiten.
6. Verbesserung der Betriebsführung unter Verwendung zusätzlicher Informationen aus Smart Home Systemen und der Heizkostenerfassung.
7. Übernahme der Anlagen in ein Betriebsführungs-Contracting in Verbindung mit einem intensiven Monitoring bei gleichzeitiger Umsetzung der o.g. Maßnahmen.

Die Maßnahme 1 zielt auf den Austausch von Altanlagen. Hier besteht ebenfalls ein interessantes Potenzial, das durchschnittliche Alter der wohnungswirtschaftlichen Anlagen in Deutschland beträgt ca. 18 Jahre (Quelle: Techem Energiekennwerte, Statistik Schornsteinfeger). Auch das vom BMWi eingeführte Effizienzlabel für Heizungsaltanlagen zielt darauf ab, die Sanierungsquote von Anlagen im Bestand zu erhöhen. Es bleibt dabei die Frage, ob alte Anlagen grundsätzlich einen schlechten Wirkungsgrad haben oder ob und wieweit dies von den lokalen Gegebenheiten im Gebäude und von der Betriebsführung abhängt. Die Ergebnisse der vom EBZ erstellten Studie „Anerkannte Pauschalwerte für den Jahresnutzungsgrad (JNG) von Wärmeerzeugern im Bestand“ lassen vermuten, dass letzteres der Fall ist. Demnach hängt der JNG von verschiedenen Einflussgrößen ab, das Alter spielte nur dann eine Rolle, wenn sich im Vergleich zu neueren Anlagen die Technologie signifikant geändert hatte (z.B. Wechsel von atmosphärischen zu Gebläsebrennern).

Für diese These spricht, dass auch neue Anlagen nicht die Energieeffizienz erreichen, die lt. Herstellerangaben erreichbar ist. So wurde z.B. in der Optimus-Studie⁴ festgestellt, dass die z.B. Brennwertgeräte aufgrund der Systemtemperaturen oftmals nicht im Brennwertbetrieb laufen. Auf das gleiche Ergebnis kam die Studie Brennwertcheck der Verbraucherzentrale⁵. Beide Studien zielten dabei auf Anlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern; für die wohnungswirtschaftlichen Bestände sind keine systematischen umfangreicheren Untersuchungen der Wirksamkeit von Effizienzmaßnahmen bekannt. Im Rahmen dieses Projekts sollen daher die Heizungsanlagen in ca. 100 größeren Gebäuden (Mehrfamilienhäuser) detailliert analysiert werden.

Die Anlagen stammen aus den Beständen der am Projekt beteiligten Wohnungsbau-Gesellschaften. Die Anlagen und dazugehörigen Gebäude werden so gewählt, dass sie möglichst repräsentativ für den Bestand der Wohnungsbau-Gesellschaften in Deutschland sind.

Hierzu werden im Rahmen des Projektes Anlagen, die bereits heute mit M-Bus-fähigen Wärmemengenzählern ausgestattet sind, mit Datenloggern versehen. Ein Teil des zu untersuchenden Gebäudebestandes ist mit Smart Home Systemen ausgestattet. Abgesehen von dem Einbau eines Wärmemengenzählers wurden bisher keinerlei Änderungen an der Heizungstechnik vorgenommen. Die von der Heizungsanlage produzierte Wärme soll mit hoher zeitlicher Auflösung (<15 min) mitgeschrieben werden. Des Weiteren werden weitere wichtige Parameter, die Aufschluss über die Qualität der Betriebsführung geben können (Vor- und Rücklauf-, Abgas- und Verbrennungslufttemperaturen, Wetterdaten und der Brennstoffverbrauch) ebenfalls erfasst. Insbesondere in den mit Smart Home Systemen ausgestatteten Wohnungen werden Raumtemperaturen und, soweit möglich, die Programmierung der Smart Home Systeme mit erfasst. Auf diese Weise stehen für die Analyse deutlich mehr Informationen als bisher zur Verfügung. Eine hohe zeitliche Auflösung der aufgezeichneten Daten ermöglicht es beispielsweise Brennerstarts und das Verhalten der Anlagentechnik im laufenden Betrieb zu beurteilen. Der Nutzungsgrad der Anlage für die verschiedenen Betriebsituationen lässt sich durch Auswertung der Wärmemengen- und der Brennstoffzähler ermitteln.

In einer ersten Phase werden Informationen über die Güte der Betriebsführung und die jeweiligen Nutzungsgrade der Kessel gewonnen. Dieser Phase der Beobachtung folgt eine Phase der Betriebsoptimierung unter Anwendung der oben aufgeführten

⁴ <http://www.optimus-online.de/index02.html>

⁵ <https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/brennwertcheck.php>

Maßnahmen. Die Einstellungen an den Anlagen werden modifiziert und die Auswirkungen auf die Kesseleffizienz festgehalten. Es ist davon auszugehen, dass bei einem Teil der beobachteten Anlagen während der Projektdauer ein Austausch der Heizungsanlage vorgenommen wird. Auch hier werden die Ergebnisse genutzt, um die Anlage geeignet zu dimensionieren, zu parametrieren und die Steigerung der Effizienz, die durch den Austausch erreicht wurde, zu dokumentieren.

Das Projekt liefert so eine Methode zu einer weitgehenden Analyse der Einflussfaktoren auf die Effizienz der Betriebsführung von Kesselanlagen in den wohnungswirtschaftlichen Beständen.

Die Ergebnisse sollen die Betreiber der Anlagen motivieren, in die entsprechenden Maßnahmen zu investieren, um eine schnelle Senkung der Energieverbräuche im Bestand zu erreichen. Sie nutzen aber auch professionellen Betreibern von Heizungsanlagen (Contractoren), um auch hier die Effizienz der Anlagen systematisch zu verbessern. Die im Projekt zu erwartenden Ergebnisse erlauben es insgesamt, den Hebel der entsprechenden Maßnahmen auf den wohnungswirtschaftlichen Bestand abzuschätzen.

Es ist geplant, das Projekt in der Aktivitäten der Allianz des GdW für einen klimaneutralen Gebäudebestand einzubinden. Im Rahmen eines ersten Pilotprojekts werden aktuell Einflussfaktoren auf die Effizienz des Wärmeverteilsystems, der Einfluss des Nutzerverhaltens sowie das Potenzial von Assistenzlösungen auf die Energieeffizienz von Gebäuden überprüft. Diese Gebäude sollen auch im Rahmen des hier skizzierten Projektes hinsichtlich der Betriebsführung der Heizungsanlagen detailliert untersucht werden, auch dahingehend, welche Rückwirkungen die Maßnahmen an den Wärmeverteilsystemen und der Einbau von Assistenzlösungen auf die optimale Betriebsführung der Wärmeerzeugung haben. Auf diese Weise lassen sich auch sehr vorteilhaft längerfristige Beobachtungen, die über die beschränkte Projektlaufzeit hinausgehen, in die Projektauswertung integrieren.

Das Projekt zielt darauf ab, eine Methodik zu entwickeln, mit der

- Einflüsse auf den JNG von Heizungsanlagen im Bestand quantifiziert,
- Anlagen hinsichtlich des aktuellen JNG analysiert und
- mögliche Effizienzpotenziale abgeschätzt

werden können.

Folgende Einflussfaktoren auf die Effizienz des Heizkessels werden im Projekt analysiert:

- Einfluss der Kesselart (NT, BW, atmosphärischer Brenner, Gebläsebrenner, Trinkwassererwärmung zentral (ja/nein), Alter, Hersteller, Art der Regelungstechnik)
- Einfluss der Heizkennlinie (Steilheit/Offset) und der daraus resultierenden Vorlauf-Temperaturen
- Effizienz der Heizwärmeerzeugung und Untersuchung des Einflusses von
 - Schaltzeiten/Nachtabsenkung
 - Pumpenleistung und Hydraulik der Wärmeverteilung
 - Hysterese der Kesseltemperaturen
 - Schalthäufigkeit des Brenners
 - Abgasverluste
- Effizienz der Trinkwassererwärmung
 - Warmwassertemperaturen und Speichermanagement
 - Hysterese bei den Temperaturen
 - Wenn möglich, Einfluss von Zirkulationsleitungen
- Dimensionierung und Einfluss der Auslastung des Kessels auf die Gesamteffizienz.
- Wirkung von Smart Home Installationen und Nutzer-Assistenzfunktionen auf die Gesamt-Energieeffizienz der Anlage und des Gebäudes.

Für die Durchführung der Untersuchungen werden 100 Heizungsanlagen im Bestand ausgerüstet, die als repräsentativ für den Bestand gelten können. Es wird angestrebt eine Verteilung der Energieträgerstruktur wie aus der Energieprognose 2050 des GdW auszuwählen, sodass die Repräsentativität der Anlagen sichergestellt ist.

Diese Anlagen werden zu Beginn des Projektes mit einer umfangreichen Messtechnik ausgestattet, die im Folgenden genannten Parameter werden mit hoher zeitlicher Auflösung erfasst:

- Wärmeverbrauch Warmwasser
- Wärmeverbrauch Heizung
- Endenergieverbrauch
- Vorlauf-Temperatur

- Rücklauf-Temperatur
- Abgas-Temperatur
- Hilfsenergieeinsatz
- Oberflächentemperatur der Heizfläche???
- Verbrennungslufttemperatur
- Außentemperatur
- Raumtemperatur (Heizungsraum)
- Pumpenleistung und Förderhöhe
- Protokollierung der Einstellungen an der Heizungsanlage

In den Wohnungen:

- Erfassung der Raumtemperaturen
- Erfassung der Heizkörper-Temperaturen
- Programmierungen der Smart Home Systeme

Hierzu werden die Anlagen mit einem System für das Datenlogging ausgestattet. Abb. 1 zeigt beispielhaft den prinzipiellen Aufbau.

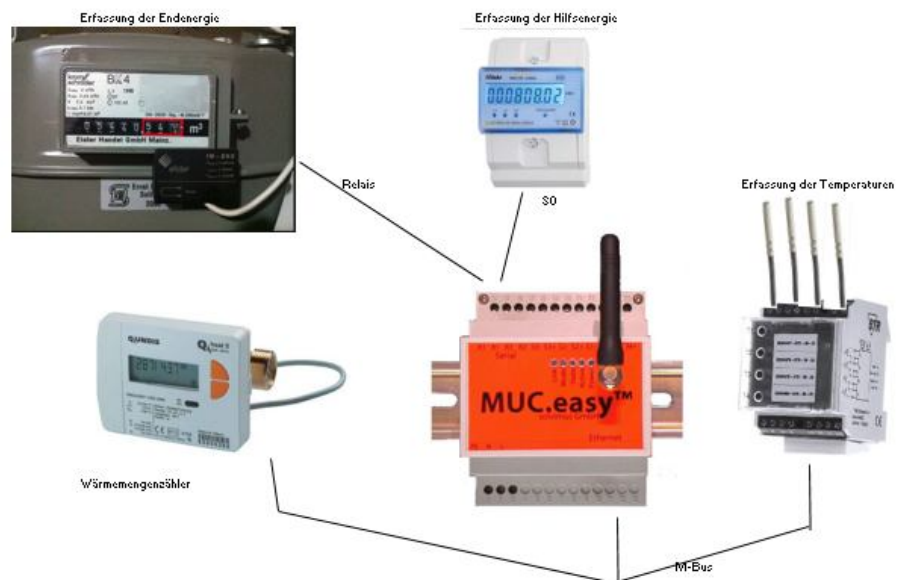


Abbildung 1- Schematischer Aufbau des Loggingsystems als Platzhalter für das ausgewählte System

Das Loggingsystem wird M-Bus basiert sein und alle weiteren Sensoren sollen in dieses M-BUS Netz integriert werden. Zentralisiert sollen alle erfassten Daten via GPRS-Modul an einen zentralen Server übermittelt werden. Vorschlag ist, eine zyklische Messung von

<15 Minuten, besser jedoch alle 1-3 Minuten durchzuführen, sodass auch die oben bereits erwähnten Brennerstarts erfasst werden können. Nur eine solch feine Auflösung verspricht Aussagen über die Anlageneffizienz in den Gebäuden. Die Daten werden per Datenfernübertragung (DFÜ) an eine Datenbank übertragen, die Auswertungen finden kontinuierlich statt, um die Wirkung der Witterung (Auslastung, Temperaturen) über den Verlauf eines Jahres protokollieren zu können.

Im Projekt ergeben sich die folgenden Arbeitspakete:

1. Klassifizierung und Auswahl der Gebäude und der in ihnen verbauten Anlagen (eingesetzte Technik, hydraulische Eigenschaften, Dimensionierung der Anlage, Einstellungen der Heizkennlinien, Dimensionierung der Pumpen etc.). Ausstattung der Gebäude mit zeitlich hochauflösender Messhardware.
2. Vermessung des Wärmeverbrauchsprofils mit hoher zeitlicher Auflösung für Heizung und Warmwasserverbrauch aller Anlagen. Gleichzeitige Ermittlung der Vor- und Rücklauftemperaturen in den Anlagen, Ermittlung des Hilfsenergieeinsatzes (Strom), Ermittlung des Verlaufes des Nutzungsgrades in Abhängigkeit des Lastprofils in verschiedenen Betriebssituationen. Somit die Entwicklung eines universellen Modells und die Entwicklung geeigneter Kenngrößen zur Bewertung des Istzustands und aktuellen Nutzungsgrade.
3. Analyse des Betriebsverhalten der Smart Home Systeme in den Wohnungen.
4. Entwicklung eines einfach anzuwendenden Diagnoseverfahrens für die Anlageneffizienz auf Basis der erfassten Parameter.
5. Modifikation der Anlagen im Sommer 2019 und Analyse der Auswirkung auf die Kesseleffizienz in der folgenden Heizperiode. Soweit während der Projektlaufzeit ein Austausch der Heizungsanlage erfolgt, Ermittlung der Werte für die Dimensionierung und Vermessung der neuen Effizienz und Analyse der Amortisationszeiten sowie die Auswirkung der Maßnahmen auf die Betriebskosten.
6. Erarbeitung eines auf weitere Bestandsanlagen und andere Wärmeerzeugerarten übertragbaren Maßnahmenkataloges.
7. Hochrechnen der Ergebnisse zur Ermittlung der Potenziale für die Bestandsanlagen in Deutschland.