

# NEUE ENERGIEN 2020

## Publizierbarer Endbericht

**Programmsteuerung:**

Klima- und Energiefonds

**Programmabwicklung:**

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

### Endbericht

erstellt am

30/09/2014

## Projekttitlel:

Smart Heating – Energieeffiziente und schadstoffarme Heizungsanlagen

Projektnummer:

829828

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Ausschreibung	4. Ausschreibung NEUE ENERGIEN 2020
Projektstart	01/05/2011
Projektende	30/06/2014
Gesamtprojektdauer (in Monaten)	38 Monate
ProjektnehmerIn (Institution)	Österreichische Energieagentur
Ansprechpartner	DI Franz Zach
Postadresse	1150 Wien, Mariahilfer Straße 136
Telefon	+43 (0)1 5861524-106
Fax	+43 (0)1 5861524-340
E-mail	<a href="mailto:franz.zach@energyagency.at">franz.zach@energyagency.at</a>
Website	<a href="http://www.energyagency.at">www.energyagency.at</a>

# Smart Heating

Energieeffiziente und schadstoffarme Heizungsanlagen

**AutorInnen:**

Österreichische Energieagentur:  
DI Franz Zach

Vaillant Group Austria GmbH:  
Dr. Georg Patay

Vaillant GmbH:  
DI Christian Faust  
Benedikt Franke

## 1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis .....	4
2	Einleitung .....	5
3	Inhaltliche Darstellung .....	9
4	Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	11
5	Ausblick und Empfehlungen .....	16
6	Literaturverzeichnis .....	17
7	Anhang .....	18
8	Kontaktdaten .....	18

## 2 Einleitung

### Motivation des Projektes

Die meisten Heizsysteme arbeiten nicht so effizient, wie sie könnten. Auf dem Prüfstand werden meist beste Effizienzwerte erzielt, aber die Realität sieht anders aus: Aufgrund mangelhafter oder nicht durchgeführter Wartungen und unzureichender Abstimmung auf die Erfordernisse des versorgten Objektes sowie deren Benutzer arbeiten die Systeme bei Weitem nicht so energieeffizient, wie sie könnten. Diese Umstände wirken sich auf die Luftqualität (Schadstoffe), den Energieverbrauch und damit auch auf die Heizkosten aus. Hinzu kommt, dass ein Drittel der in Europa verbrauchten Primärenergie für Heizung und Warmwasser aufgewendet wird. Folglich lassen sich in diesem Sektor erhebliche Mengen an Energie und Schadstoffemissionen einsparen.

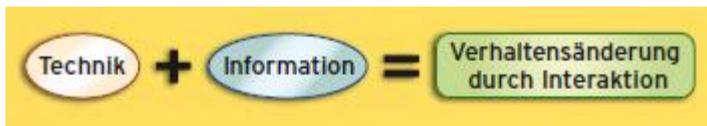
Folgende Ursachen sind v.a. für die derzeitige Situation verantwortlich:

- Derzeit haben Konsumenten keinen Einblick in die Performance ihrer Heizungsanlage. Der Endverbraucher hat kaum etwas mit seiner Heizung zu tun, solange es warm wird. Erst wenn die Heizung ausfällt, wird man aktiv. Zu diesem Zeitpunkt ist aber bereits oft schon lange Zeit ein Problem vorgelegen, das zu einem ineffizienten Heizungssystem und damit zu höheren Kosten als erforderlich geführt hat. Weiters finden gesetzlich vorgeschriebene Abgasmessungen teilweise in Mehrjahresabständen statt und zeigen nur das Kurzzeitverhalten bei einem bestimmten Betriebszustand. Sie sind also im Sinne der damit verfolgten Luftreinhaltung und optimalen Systemeffizienz nicht die effektivste Variante.
- Heizsysteme werden in der Regel gut geplant und vom konzessionierten Fachmann installiert. Aber wie z.B. ein Auto, müssen auch Heizsysteme nach der Installation, d.h. im Betrieb, auf ihre Effizienz überprüft werden. Oft geschieht dies aber nicht oder nur mangelhaft. Auch durch lange Wartungsintervalle werden Fehler, die zu einem ineffizienten Heizsystem führen, oft viel zu spät erkannt. Schließlich wird das empfohlene Heizungsservice von vielen Heizungsbesitzern nicht oder nicht im erforderlichen Ausmaß oder Intervall durchgeführt, auch weil sich eine Heizung – etwa im Gegensatz zu modernen Kraftfahrzeugen – nicht meldet, wenn ein solches wieder einmal notwendig wäre.
- Zusätzlich findet die Optimierung von Heizgeräten derzeit nur unter Laborbedingungen statt. Wie sich das individuelle Nutzerverhalten auswirkt, ist kaum bekannt, weil repräsentative Messungen der Effizienz von Heizungssystemen im Dauerbetrieb nicht durchgeführt werden.

Smart Heating soll diese momentane Situation verbessern, indem dem Benutzer und – sofern sinnvoll und vom Benutzer gewollt – auch dem zuständigen Fachbetrieb laufend Informationen über den Zustand der Heizungsanlage übermittelt werden. Notwendige Wartungen oder Reparaturen können so sofort erkannt werden und der Kunde erhält laufend einen Überblick über seine Heizkosten. Die Betriebssicherheit kann so erhöht und die Effizienz gesteigert werden.

Für die weitere Forschung hinsichtlich Optimierung der Heizungsanlagen an die Erfordernisse der Benutzer können diese Daten in Zukunft ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Ebenso ist die Entwicklung einer Benchmarkdatenbank für Effizienz und Schadstoffemissionen denkbar.

In der kürzest möglichen Formulierung lautet die „Erfolgsformel“ für Smart Heating:



## Aufgabenstellung

Das Projektteam hat sich daher zum Ziel gesetzt, zunächst für Gas-Brennwertheizungen und Heizungswärmepumpen Lösungen zu folgenden drei Bereichen/Themenkomplexen zu finden:

- 1.) Steigerung des Interesses von Endkunden am Thema Heizung durch mehr Information über Energieverbrauch, Kosten, Effizienz, Schadstoffausstoß etc. Ziel ist es, durch bewussteres Verhalten des Konsumenten den Energieverbrauch und damit die Energiekosten zu senken, ohne die Kosten für das Heizungssystem zu erhöhen.
- 2.) Festsetzung von Benchmarks für anlagen- und umweltrelevante Parameter des Heizungssystems (wie z.B. Energieverbrauch, Effizienz, Hilfsstrombedarf, Schadstoffausstoß), um den Zusammenhang zwischen Anlagenkonfiguration, Nutzerverhalten und umweltrelevanten Parametern besser verstehen und so die Basis für weitere Effizienzsteigerungen im Raumwärmebereich legen zu können.
- 3.) Automatische Information bei Überschreitungen von Grenzwerten; dadurch könnte – entsprechende Kommunikationsstrukturen vorausgesetzt – die regelmäßige Überprüfung hin zu einer bedarfsgerechten Überprüfung weiterentwickelt werden (längere Intervalle bei ordnungsgemäßem Betriebsverhalten und schnellerer Reaktionsmöglichkeit bei Störungen oder ungünstigen Emissionswerten der Heizanlage).

Weitere Benefits:

- Statistiken über Schadstoffemissionsmengen gewinnen an Zuverlässigkeit.
- Die Überprüfung von Effizienzkriterien für Förderungen wird vereinfacht bzw. erst ermöglicht.
- Einfache, zuverlässige und kostengünstige Möglichkeit zur Erstellung eines Energieausweises mittels der ermittelten bzw. gesammelten Daten.

## Schwerpunkte des Projektes

Auf die folgenden zwei Punkte wurde im Rahmen der Projektumsetzung besonderes Gewicht gelegt:

- Evaluierung der technischen Machbarkeit eines Monitoringsystems für Heizungssysteme
- Analyse der Erwartungen der Endkunden und involvierten Betriebe (v.a. Installateure und Rauchfangkehrer) an ein Smart-Heating-Monitoringsystem

## *Technische Machbarkeit:*

Technisches Ziel des Projekts ist es, für Schadstoffmessung, Verbrauchsmessung und Effizienzbewertung eine kostengünstige, effiziente Lösung mit hinreichender Genauigkeit zu finden.

Um die Kosten für die Implementierung eines Smart-Heating-Monitoringsystems so gering wie möglich zu halten, muss aus verschiedenen in den Heizgeräten bereits teilweise gemessenen Parametern eine entsprechende Herleitung für Verbrauchsmessung, Schadstoffmessung oder Effizienzbewertung generiert werden.

Zum Beispiel kann eine Verbrauchsberechnung bei Gasbrennwertgeräten anhand der Lüftergeschwindigkeit erfolgen.

Die Mess-Sensorik von Gasbrennwertgeräten erfasst bereits permanent Daten und „überwacht“ effizienz- und umweltrelevante Betriebsparameter. Eine darauf aufsetzende Interaktion mit dem Benutzer bzw. einer definierten Betreuergruppe garantiert ein rechtzeitiges Erkennen und Beheben von ineffizienten Systemzuständen.

## *Erwartungen von Endkunden und Betrieben:*

Weiteres wichtiges Ziel – neben der Erarbeitung der technischen Voraussetzungen – ist es, dass sich Endkunden für den Kauf einer Heizung mit Smart Heating interessieren und Betriebe (v.a. Installateure) den Verkauf unterstützen. Daher wurden während des Projektes in mehreren Befragungen über 1.000 Endkunden und zahlreiche Fachbetriebe mit dem Smart-Heating-Konzept konfrontiert und die Erwartungen, Wünsche und ggf. Befürchtungen unter fachkundiger Leitung des Gallup Instituts analysiert.

## Entwicklungsrisiken

Die Herausforderungen/Risiken des Projekts können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Entwicklung eines kompakten, kostengünstigen Messverfahrens mit hinreichender Genauigkeit, welches möglicherweise auch in bestehende Heizkessel integriert werden kann;
- Entwicklung einer ansprechenden Displayanzeige, welche dem Kunden
  - etwaige Fehleinstellungen des Kessels bzw. Handlungsbedarf (wie Wartung) signalisiert (Selbstevaluierungstool),
  - die Möglichkeit bietet, seinen aktuellen Energiebedarf sichtbar zu machen und diesen unter Wahrung seiner Bedürfnisse zu minimieren
- Erarbeitung eines preiswerten Messkonzeptes für Energieverbrauch und Luftschadstoffe mit Möglichkeit zur Fernauslesung sowohl für Endkunden als auch für anderweitige Interessensparteien (Hausverwaltungen, Behörden etc.)
- Entwicklung von Sensoren, die den Abgasbedingungen über lange Zeit (im Idealfall über Jahrzehnte) standhalten. Derzeit gibt es keine Sensoren, die diese Anforderungen erfüllen (hohe Temperatur, bei hoher Genauigkeit und gleichzeitiger hoher Lebensdauer).

- Schaffung der Akzeptanz des Kunden für diese neuen Möglichkeiten des Heizungsmonitorings und Optimierung der Rahmenbedingungen für die weitere Forcierung von Smart Heating in Österreich.

## Einordnung in das Programm

Der Projektantrag basierte vorwiegend auf der folgenden Themenpriorität (entnommen aus dem Ausschreibungsleitfaden):

Themenfeld: Energiesysteme, Netze und Verbraucher

Themenpunkt: 3.1.1 Technologiekomponenten für die Integration dezentraler Erzeugung

Das Konsortium beantragte für dieses Projektvorhaben die Projektart Industrielle Forschung, da es sich bei diesem Vorhaben um ein Projekt mit ausgeprägtem Grundlagencharakter und sehr hohem Entwicklungsrisiko handelt. Grundsätzlich geht das Konsortium davon aus, dass ein modernes, ökonomisch konkurrenzfähiges Messverfahren mit hinreichender Genauigkeit entwickelt werden kann. Die Herausforderungen hierfür werden allerdings als erheblich eingestuft, bis dato wurde ein derartiges System ohne nennenswerte Mehrkosten für den Endkunden nicht realisiert. Weiters müssen die Kundenanforderungen und die Kundenresonanz an ein derartiges Messkonzept und generell an neue Dienstleistungen als sehr herausfordernd eingestuft werden. Aus industrieller, technologischer oder wirtschaftlicher Sicht besteht derzeit keine Marktnähe.

## Verwendete Methoden

In dem Projekt werden im Wesentlichen Marktforschungsmethoden sowie für technische Untersuchungen Labormessungen angewendet.

Die bei der Befragung von Endkunden und Professionisten angewendeten Methoden können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Im ersten Schritt wurden Endkunden sowie Professionisten in Fokusgruppendifkussionen befragt. Dabei handelt es sich um Diskussionsrunden von ca. 10 Teilnehmern, bei denen, unter Anleitung eines Moderators und unter Zuhilfenahme eines zuvor entwickelten Leitfadens, Themenbereiche besprochen werden.

Nachdem das Monitoringsystem im Projektrahmen fertiggestellt war, wurden neuerlich Befragungen von Installateuren und Rauchfangkehrern in Fokusgruppendifkussionen durchgeführt. Die Endkunden wurden in webbasierten Interviews zunächst im Rahmen einer Conjoint-Analyse und danach mittels Kano-Analyse befragt.

Ziel einer Conjoint-Analyse ist es, zwischen theoretisch möglichen Produkten, die bestimmte Eigenschaften aufweisen, zu entscheiden. Die Produkte werden immer paarweise verglichen. Aus der Bevorzugung bestimmter Produkte gegenüber anderen kann nach entsprechend vielen Antworten auf die Wichtigkeit von Einzelmerkmalen zurückgerechnet werden.

Bei der Kano-Analyse wird untersucht, ob ein bestimmtes Merkmal des Produktes

- vom Kunden erwartet wird,

- ob man ihn damit für das Produkt begeistern könnte,
- ob es ihn stören bzw. vor dem Kauf abschrecken würde oder
- ob es ihm unwichtig ist.

Die im Labor angewendeten Methoden können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Ziel ist es, mittels bereits teilweise in Heizgeräten vorhandener geräteinterner Sensorik Messwerte wie Energieverbrauch, Effizienz und Schadstoffausstoß über direkte oder „indirekte“ Algorithmen zu ermitteln. Dazu werden die Sensordaten gespeichert und mittels eigens entwickelter mathematischer Funktionen in andere physikalische Größen umgerechnet wie z.B. Energieverbrauch, Effizienz, Schadstoffausstoß.

Im Projekt wurden entsprechende mathematische Ansätze geschaffen und mit der Zeit systematisch verfeinert, indem mittels geeichter (externer) Messgeräte die Werte gemessen und mit den aus den Sensordaten errechneten abgeglichen wurden. Die Daten mussten, da noch keine entsprechende Infrastruktur vorhanden ist, händisch verarbeitet werden.

### Aufbau der Arbeit

Nachdem Endkunden und Professionisten über die grundsätzlichen Eigenschaften eines solchen Heizungsmonitoringsystems befragt und die gesetzlichen Anforderungen, speziell an die wiederkehrende Überprüfung von Heizungsanlagen, untersucht wurden, wurden im Labor die Algorithmen zur Errechnung von Größen wie Energieverbrauch, Nutzungsgrad, Schadstoffausstoß etc. aus bereits vorhandenen Sensordaten ermittelt und mittels externer Messgeräte verifiziert. Ein Anzeigekonzept als Kommunikationsplattform für Endkunden (Online-Plattform und Wohnzimmergerät) wurde neu konzipiert.

In einem Langzeitversuch wurden Messwerterfassung und -darstellung dann an 4 Gasbrennwert-Thermen und 4 Heizungswärmepumpen getestet. Auch die im realen Betrieb notwendigen Kommunikationseinrichtungen und die Geräte und Software zur Rückmeldung an die Endkunden wurden einem Funktionstest unterzogen.

Mögliche Eigenschaften des Systems, die sich als machbar herausgestellt haben, wurden anschließend in webbasierten Befragungen über 1000 Endkunden vorgestellt und von diesen bewertet. Weiters wurden Rauchfangkehrer und Installateure in Fokusgruppen über die aus ihrer Sicht wesentlichen Eigenschaften sowie über Chancen und Risiken von Smart Heating befragt.

Die Projektergebnisse wurden in einer Projektpräsentation, einer Presseaussendung sowie einer Broschüre zusammengefasst.

## **3 Inhaltliche Darstellung**

Zunächst wurden die Kundenanforderungen, -erwartungen und -bedenken an das Monitoringsystem erhoben. Die Erhebungen fanden im Rahmen von zwei Fokusgruppen statt. Einerseits wurden die Endverbraucher, andererseits mit der Messung von Schadstoffen und Wirkungsgraden betraute Unternehmen wie Rauchfangkehrer, Installateure etc. befragt.

Es ging vor allem darum,

- ob sich die relevanten Zielgruppen überhaupt für dieses System interessieren,
- welche Anforderungen ein solches System erfüllen muss und
- ob und wieviel Geld die Endverbraucher in ein solches Feature investieren würden.

Weiters wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen, die großteils auf Bundesländerebene geregelt sind, analysiert. Wesentlich waren dabei besonders die gesetzlichen Bestimmungen zur Inverkehrbringung und wiederkehrenden Überprüfung von Heizungsanlagen, da Smart Heating ja auf lange Sicht eine Abkehr von Momentanmessungen hin zu einer geräteinternen Dauermessung von Parametern, die gesetzlichen Grenzwerten unterliegen, bringen soll.

Mit den erzielten Erkenntnissen aus Befragungen und Gesetzesrecherchen wurde ein Messverfahren entwickelt. Um eine möglichst kostengünstige Messwerterfassung zu gewährleisten, wurde vorhandene geräteinterne Sensorik verwendet, um die notwendigen Größen abzuleiten.

Diese Methodik wurde daraufhin in Laboranlagen technisch realisiert und evaluiert.

Auch ein Anzeigekonzept samt zugehöriger Hard- und Software, mit dessen Hilfe Kunden schließlich auf die Daten zugreifen könnten bzw. auf Fehler in der Heizanlage aufmerksam gemacht werden könnten, wurde neu entwickelt.

Danach erfolgten

- der Einbau von externem Messequipment in vier repräsentative Gasbrennwertkessel (Wärmemengenzähler, Stromzähler, Gaszähler, Abgasanalysegerät) sowie in vier Elektro-Heizungswärmepumpen (Wärmemengenzähler, Stromzähler) und
- die Aufnahme von „internen“ Sensordaten, die zwar bereits vorhanden waren, aber deren Daten bis dato weder gespeichert noch weiter verwendet wurden als für die optimale Einstellung der Heizanlage (Verbrennungsprozess bzw. Kältemittelkreislauf) und die Bewertung mittels Algorithmen, um auf Wärmebedarf, Strom- und Gasverbrauch und Schadstoffausstoß umzurechnen und diese schließlich mit den Werten zu vergleichen, die von den externen Messgeräten erfasst werden.

Durch Anpassung der Algorithmen an die Messdaten des externen Messequipments konnte schließlich eine gute Übereinstimmung hergestellt werden. Die Daten wurden auch gleich mittels Fernübertragung in eine zentrale Datenverarbeitung übertragen, um feststellen zu können, ob eine solche Übertragung zuverlässig und effizient möglich ist.

Die als machbar und aufgrund der ersten Befragungen als für Endkunden interessant identifizierten Merkmale wurden im Rahmen von webbasierten Conjoint- und Kano-Analysen über 1.000 Endkunden präsentiert und nach Wichtigkeit etc. abgefragt.

Die Conjoint-Analyse zielte darauf ab, die generell wichtigsten Merkmale (z.B. der Preis, die Möglichkeit der Erstellung eines Energieausweises oder die Kompatibilität mit Smartphones) eines Smart-Heating-Systems herauszufinden.

Bei der Kano-Analyse wurde eine Kategorisierung der Merkmale in unbedingt notwendig, störend, attraktiv und gleichgültig vorgenommen.

Weiters wurden die volkswirtschaftlichen Effekte von Smart Heating untersucht, die sich v.a. aus gesteigerter Effizienz, Änderungen bei Service- und Überprüfungseinsätzen und Schadstoffreduzierung ergeben.

Nachdem die Öffentlichkeit bereits zu Projektbeginn durch eine Pressekonferenz und eine Presseaussendung informiert worden war, wurden auch während des Projektverlaufs Verbreitungsmaßnahmen wie eine Vorlesung an der FH Pinkafeld über das Thema Smart Heating, die Projektvorstellung bei der KLEA, bei der Wiener MA 39, Fachartikelpublikationen etc. durchgeführt. Zu Projektende wurden eine Projektpräsentation, eine Presseaussendung sowie eine Broschüre erstellt, wobei letztere auch über das Projektteam erhältlich ist.

## 4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### Gruppendiskussionen zu Beginn des Projektes:

Die Fokusgruppen mit den Endkunden führten zu folgenden wesentlichen Ergebnissen:

- Es besteht grundsätzliches Interesse an einem Smart-Heating-System.
- Die Aussage, ob das Heizungssystem ordnungsgemäß funktioniert oder nicht, ist am wichtigsten.
- Der interessanteste Zahlenwert sind die Heizkosten (bzw. auch der Energieverbrauch).
- Es dürfen nicht zu viele Parameter angezeigt werden, da dies bei Kunden sonst zu Verwirrung führt – weniger ist mehr. Die für die Gruppendiskussionen gewählte Darstellung enthielt zwar viele technisch interessante Parameter, aber überfordert den durchschnittlichen Konsumenten.
- Es dürfen keine bzw. nur sehr unwesentliche Mehrkosten auftreten, wobei generell erwartet wird, dass diese wie auch bei anderen Innovationen im Preis inbegriffen sind.

Ein ähnliches Ergebnis brachte die Gruppendiskussion mit den Professionisten:

- Es dürfen nur die wichtigsten Parameter angezeigt werden, wobei diese ähnlich definiert wurden wie in den Gruppendiskussionen mit Endkunden (s.o.).
- Wenn das System leicht verständlich ist, würde man es den Kunden empfehlen.
- Auf der Startseite sollen nur die wichtigsten Informationen zu finden sein, Details können in Untermenüs angezeigt werden.
- Dem System wird zugetraut, zu positiven Effekten auf den Energieverbrauch von Heizungen (durch Änderung des Benutzerverhaltens) zu führen.

### Technische Umsetzung der Bedürfnisse in ein Anzeigekonzept:

Basierend auf den Kundenwünschen wurde ein Anzeigekonzept entwickelt. Dieses teilt sich auf in eine Online-Plattform und eine Raumeinheit (Anzeigegerät z.B. im Wohnzimmer). Die vorgeschlagene Online-Startansicht ist in untenstehender Abbildung zu sehen.

# Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

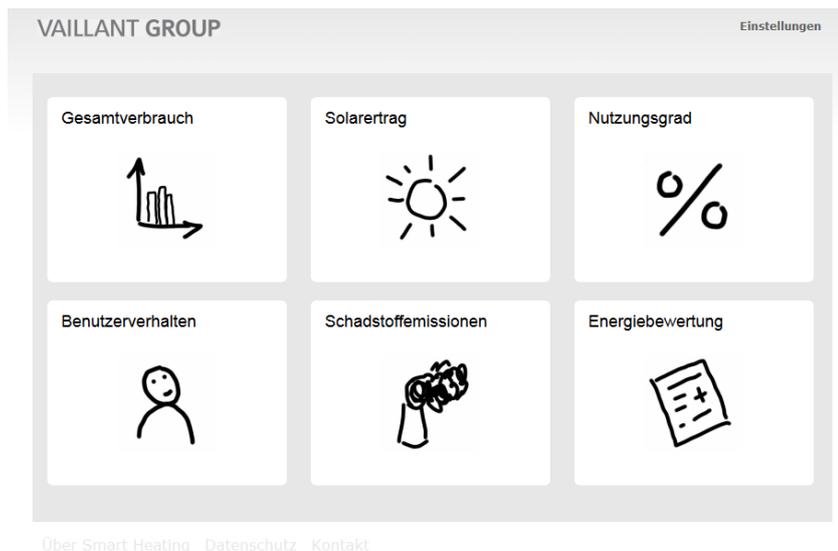


Abbildung 1: Entwurf einer Online-Ansicht von Smart Heating, Quelle: Vaillant GmbH

Durch Auswahl des entsprechenden Feldes kommt man zu einer Detailaufstellung, nachfolgend dargestellt am Beispiel von „Gesamtverbrauch“.

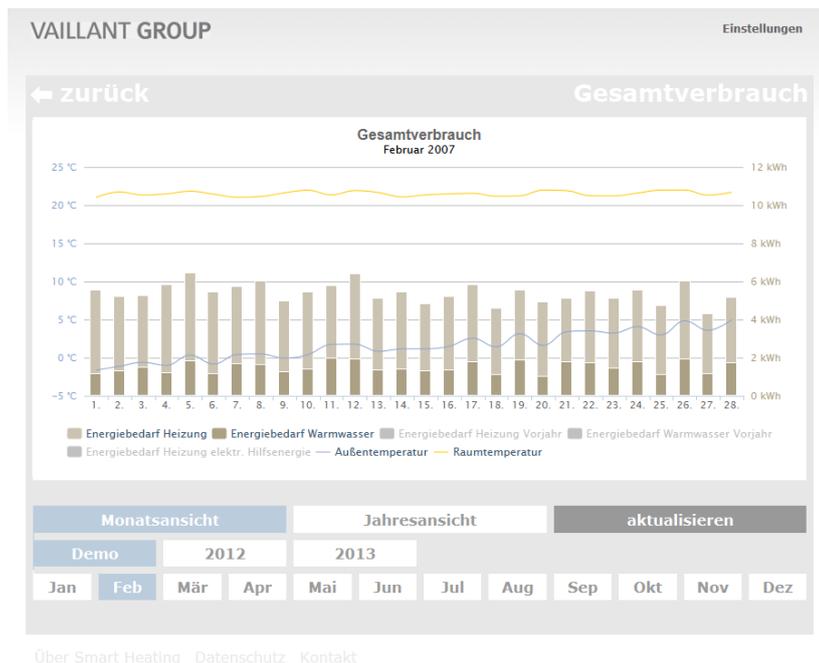


Abbildung 2: Beispiel-Auswertung eines Monatsverbrauchs einer Gas-Brennwertheizung, Quelle: Vaillant GmbH

Benutzer können sich online in ihre Anlage einloggen und Daten zu Verbrauch, getrennt für Heizung und Warmwasser, über die Jahre hinweg, auf Tagesbasis ansehen.

Das Feld Energiebewertung in Abbildung 1 bedarf noch einer Erläuterung:

Grundsätzlich gibt es einen Bedarfs- und einen Verbrauchsenergieausweis (wobei der Verbrauchenergieausweis in Österreich – im Gegensatz zu Deutschland – nicht zulässig ist). Untersuchungen zeigen, dass bei der Berechnung von Bedarfsenergieausweisen für dasselbe Gebäude

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

die Berechnungsergebnisse bis über 100 % voneinander abweichen. Daher hat sich das vorliegende Projekt auch – in Ergänzung zum Projektantrag – zum Ziel gesetzt, ausgehend vom Energiebedarf, unter Ermittlung des Nutzerverhaltens durch Temperatursensoren, ggf. auch Tür- und Fensterkontakte zur Ermittlung des Lüftungsverhaltens, das Nutzerverhalten auf einen Normnutzer umzurechnen und so einen auf den tatsächlichen Gebäudegegebenheiten basierenden Energieausweis zu erstellen.

Diese Methodik hat sich für Haushalte ohne Zusatzheizung als machbar herausgestellt. Die Stadt Wien (MA 39) ist dieser Idee gegenüber sehr aufgeschlossen. Das Projektteam wird diesen Ansatz über dieses Projekt hinaus weiterverfolgen, in ein entsprechendes Normenregelwerk zu kleiden versuchen, um damit bessere Genauigkeiten von Energieausweisen bei Bestandgebäuden zu erzielen.

Zusätzlich gibt es eine Raumeinheit (ein z.B. im Wohnzimmer montiertes Gerät), das mittels grüner, gelber oder roter Beleuchtung anzeigt, ob mit der Heizungsanlage alles in Ordnung ist.



Abbildung 3: Smart-Heating-Raumgerät, Quelle: Vaillant GmbH

### Ergebnisse der Laborforschung:

Letztlich kann Smart Heating folgende Parameter für Gasheizungen und Elektrowärmepumpen ermitteln:

- Verbrauchte Energie (Gas und/oder elektrischer Strom)
- Elektrische Hilfsenergie
- Wärmemenge
- Nutzungsgrad bzw. Arbeitszahl
- CO (bei Erdgas)
- NO<sub>x</sub> (bei Erdgas)

Diese Parameter sind – neben den ohnehin bereits jetzt aufgezeichneten Sensordaten, die teilweise auch für die aufgezählten Parameter notwendig sind – nach Ansicht des Projektteams ausreichend, um den Zustand und die Performance der Heizungsanlage laufend zu kontrollieren.

Dies bedeutet, dass

- Smart Heating in Zukunft zu verschleißabhängigen Serviceintervallen führen könnte, wie dies bei Kraftfahrzeugen schon Stand der Technik ist, und
- die je nach Leistung und Bundesland oft nur in mehrjährigen Abständen durchgeführten Abgasmessungen durch die laufende geräteinterne Messung ersetzt bzw. zumindest ergänzt werden könnte.

Die erreichten Genauigkeiten sind umso besser, je länger die betrachteten Zeiträume sind und je höher die auftretenden Werte sind. Im Allgemeinen können über längere Zeiträume gute Genauigkeiten erzielt werden, die jedenfalls das Informationsbedürfnis des Endkunden im Allgemeinen weitaus abdecken.

(Die Frage ist hier allerdings, ob nicht die externe Kontrollmessung mit den geeichten Messgeräten zu diesem Resultat führte. Diese haben eine gewisse Anzeigegenauigkeit, die bei geringen Verbräuchen hohe prozentuelle Abweichungen erzeugen können. Es spricht viel dafür, dass die Messung mit Smart Heating dahingehend weniger Abweichungen aufweist.)

Die Messung ohne Zuhilfenahme externer Zähler hat nicht nur Kostenvorteile, sondern ist auch zuverlässiger. Bei den Wärmemengenzählern entfällt zusätzlich der Einbau mechanischer, bewegter Teile. Daher unterliegt die Ermittlung der Wärmemenge auch keinem mechanischen Verschleiß, welcher zu einer mit der Laufzeit steigenden Abweichung führt. Der Kunde von Smart-Heating-Systemen hat damit den Vorteil, dass er nicht periodisch eine Kalibrierung von externen Messgeräten durchführen bzw. Verschleißteile aufgrund von höheren Abweichungen austauschen muss.

Jeder externe Messpunkt (jeder Fühler) stellt zusätzlich einen Schwachpunkt in der Wärmedämmung eines Systems dar. Gerade bei geringen Temperaturdifferenzen wirken sich Fremdtemperatureinflüsse stark auf die Ermittlung der Wärmemenge aus. Diese Einflüsse werden durch den Verzicht auf externe Messsensorik verhindert. Ein weiterer Vorteil ist auch, dass Installationsfehler, wie z.B. das Vertauschen von Fühlern oder von falscher Montage des Volumenteils des Wärmemengenzählers (z.B. im Vorlauf) durch die Internmontage vermieden werden können. Genauso wird verhindert, dass eventuelle Luft in der Anlage oder Verschmutzungen des Systems Auswirkung auf die Ermittlung der Energieflüsse nehmen.

Bei den umfangreichen Tests wurde auch eine mögliche Kommunikationshard- und -software getestet, die im Praxisbetrieb dann auch notwendig sein wird, um die laufende Kommunikation zwischen Heizgerät, Endkunden, Betrieben etc. zu gewährleisten. Hierin liegt noch die große Herausforderung, die Zuverlässigkeit der Datenübermittlung zu erhöhen. Die Daten können zwar lokal abgespeichert werden; dies ist aber für den Zweck, den Smart Heating erfüllen soll, nicht ausreichend. Es kommt derzeit noch immer wieder zu Übertragungsfehlern und Ausfällen, v.a., weil eine solche Hard- und Software, die exakt für diesen Zweck ausgelegt ist, noch nicht existiert. Auch an abgelegenen Orten hinter dicken Mauern

befindliche Heizungen sollten nach Möglichkeit ihre Daten senden können, wo man sich dann eventuell mit speziellen Lösungen auseinandersetzen müsste.

In diesem Bereich wird also ebenfalls noch weitere Forschungsarbeit nötig sein, die im Rahmen dieses Projektes nicht geleistet werden konnte.

### Die wichtigsten Ergebnisse und Erkenntnisse aus den Befragungen (Conjoint- und Kano-Analyse)

„Weniger ist mehr“: Eine Überfrachtung mit vielen verschiedenen Messwerten und Funktionen würde von den Konsumenten nicht akzeptiert werden. Es ist wichtig, nur aussagekräftige Informationen bereitzustellen.

Für Endkunden steht die Information des ordnungsgemäßen Betriebs der Heizanlage im Vordergrund. An zweiter Stelle stehen Informationen zu den Heizkosten. Merkmale, die die Zuverlässigkeit der Heizung erhöhen, werden als besonders wichtig eingestuft. Die Messgenauigkeit ist eines der wenigen Merkmale, die von Benutzern als absolute Basisanforderung gesehen wird.

Smart Heating bietet Endkunden Vorteile, welche die Kaufentscheidung beeinflussen. Etwa die Information, ob in absehbarer Zeit eine Störung der Heizanlage zu erwarten ist. Oder die Fähigkeit des Systems, erhöhte Energiekosten frühzeitig zu erkennen sowie die Option einen Energieausweis zu erstellen. Bei Gasheizungen sind Warnungen vor CO-Austritt von großem Interesse.

Installateure sehen Smart Heating als Chance, sich mit besserem Service vom Wettbewerb abzuheben, warnen jedoch davor, die Kunden mit zu vielen Informationen zu überfordern – ein Ergebnis, das sich durch alle Befragungen in diesem Projekt durchgezogen hat.

Ein zentrales Ergebnis ist, dass die meisten Endkunden keine Mehrkosten für ein solches System akzeptieren würden. Ein Aufpreis für eine Technologie, deren Nutzen man nicht beim Kauf sofort und eindeutig erkennen kann, wird nicht bezahlt werden. Es ist daher – wie im Projekt verfolgt wurde – unumgänglich, bereits vorhandene Sensordaten durch entsprechende Algorithmen so zu verwenden, dass sich Parameter wie Energieverbrauch, Schadstoffausstoß, Effizienz etc. ergeben. Damit verknüpft ist aber auch das Ergebnis, dass die Nachrüstung bestehender Heizungen kein sinnvoller Ansatz ist, da dies unweigerlich, allein schon durch einen Besuch eines Technikers, zu Mehrkosten führen würde. Selbst für einige interessierte Kunden wird dies wohl nicht angeboten werden können, weil sich dann der Preis für jeden Einzelnen aufgrund der geringen Menge weiter erhöhen würde. Außerdem scheint es technisch für etwas ältere Modelle nicht möglich, die notwendigen Funktionen nachzurüsten.

Aus den verbleibenden Herausforderungen aus technischer Sicht und Kundenerwartungen ergibt sich, dass ein serienreifes Produkt derzeit noch in weiter Ferne ist. Die weitere Forschung an diesem Thema wird zeigen, ob, wie und wann ein solches System auf den Markt gebracht werden kann.

### Volkswirtschaftliche Bewertung

Es wird davon ausgegangen, dass das Gerät erfolgreich am Markt eingeführt wird und in den nächsten 10 Jahren einen jährlichen Marktanteilszugewinn von 3% erreicht. Das entspricht 10 Jahre nach

Markteinführung einem Bestand von 66.000 Gas-Brennwertheizkesseln bzw. 24.750 Heizungswärmepumpen, die mit der Monitoringeinheit ausgestattet sind.

Die Inbetriebnahme der Monitoringeinheit ist mit einer zusätzlichen Dienstleistung beim Kunden, nämlich der Instandsetzung und Einschulung auf dem Gerät, verbunden. Dadurch wird 10 Jahre nach Markteinführung ein positiver Beschäftigungseffekt im Ausmaß von 43 Arbeitsplätzen bzw. eine zusätzlich generierte heimische Wertschöpfung im Ausmaß von € 3,3 Mio. erwartet.

Die Installation der Monitoringeinheit ermöglicht einen optimierten Betrieb der Gas-Brennwertheizkessel und Wärmepumpen, wodurch weniger Energieeinsatz erforderlich ist. Das Einsparungspotential wird von den Experten des Projektteams auf 6 – 12% geschätzt. Bei der angenommenen Marktdurchdringung ist dadurch eine Reduktion des Energieverbrauchs nach 10 Jahren zwischen 67 und 134 Mio. kWh p.a. zu erwarten.

Durch eine Reduktion des Energieeinsatzes werden auch weniger Emissionen und Schadstoffe emittiert, wodurch aus volkswirtschaftlicher Sicht externe Kosten vermieden werden. 10 Jahre nach der Markteinführung beträgt diese Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits zwischen 17.000 und 34.000 Tonnen pro Jahr, bzw. einen monetären Effekt von bis zu € 2,7 Mio. durch vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Bereich der Luftschadstoffe wird eine Reduktion der externen Kosten von € 600.000 erwartet.

Durch den optimierten Betrieb der Geräte ist weniger Energieeinsatz in Form von Gas (Heizkessel) und Strom (Wärmepumpen) erforderlich. Da der Energieträger Gas zu einem großen Teil nach Österreich importiert werden muss, führt ein verminderter Bedarf zu einer Verbesserung der Handelsbilanz in diesem Bereich. Der Effekt wird auf etwa € 2,23 Mio. geschätzt.

## 5 Ausblick und Empfehlungen

Ein Monitoringsystem für Heizsysteme mit den dargestellten Eigenschaften trifft bei Teilen der Konsumenten auf großes, bei größeren Teilen auf bedingtes Interesse. Das Interesse kann als groß genug bezeichnet werden, um die weitere Forschung an diesem Thema zu rechtfertigen. Die wesentlichen Eigenschaften des zu entwickelnden Produktes sind bekannt und technisch voraussichtlich machbar. Die Zuverlässigkeit der Kommunikationswege wird – v.a., wenn man den Anspruch stellt, alle Heizungen damit ausstatten zu können – noch eine Herausforderung.

Die Implementierung in bestehende Heizungen wird aus heutiger Sicht aus Kostengründen wohl keine Option sein.

Smart Heating ist die logische Weiterentwicklung auf dem Heizungsmarkt, nachdem bereits in den vergangenen Jahren immer mehr in Richtung Fehlererkennung und Meldung an Servicestellen bei Problemen geforscht und entwickelt worden ist. Smart Heating darf aber keine Luxusschiene sein, weil der Markt dafür viel zu klein ist. Vielmehr wird es ein Merkmal sein, mit dem sich ein Hersteller vom Wettbewerb abheben kann – vorausgesetzt, die verbleibenden technischen und marktrelevanten Hürden können gemeistert werden.

Die Hauptzielgruppen dieses Projektes bzw. der weiteren Forschung sind:

- Endkunden

- Installateure
- Rauchfangkehrer

Diese Interessensgruppen wurden bereits zu Beginn des Projektes als wesentlich identifiziert und entsprechend in die Projektarbeit eingebunden (siehe dazu die Ergebnisse im AP 4).

Hinsichtlich der Endkunden ist es wichtig, dass diese auf die Neuerungen vorab eingestellt sind und diesen – zumindest zu einem genügend großen Teil – positiv gegenüberstehen. Durch die Aktivitäten innerhalb des Projektes wurden bereits viele Endkunden erreicht (z.B. eine vierstellige Zahl allein durch die Befragungen im AP 4, weitere nicht näher bezifferbare Anzahl durch Pressekonferenz, Presseausendungen, Webseite, Broschüre etc.).

Wie aus den Befragungen hervorgegangen ist, gibt es unter den Installateuren große Offenheit gegenüber den Projekt- bzw. weitergehenden Entwicklungszielen. Hier ist es vor allem wichtig, die technischen Details hinsichtlich Installation und Wartung zu kommunizieren, die noch nicht absehbare Markteinführung rechtzeitig zu kommunizieren und zu erwartenden Befürchtungen hinsichtlich Zusatzaufwand mit Infomaterialien, Gratis-Schulungen etc. zu begegnen.

Wenn Smart Heating auch in die Gesetzesmaterien Eingang finden möchte, wird es vor allem wichtig sein, weiterhin die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Messsysteme von Smart Heating darzustellen und die Vorteile der permanenten Messwerterfassung in den Vordergrund zu rücken.

Natürlich müssen auch die eigenen Mitarbeiter von Vaillant geschult werden, die bei Inbetriebnahme und Kundendienstesätzen damit konfrontiert sein werden.

Auf dem Weg zu einem serienfertigen Produkt sind also noch zahlreiche Hürden zu nehmen, sodass derzeit noch kein Markteinführungstermin abgeschätzt werden kann.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Schramek, E.-R., Recknagel H., Sprenger E.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 08/09. Oldenbourg Industrieverlag, Dezember 2008
- [2] Skopetz, H.: Einflussfaktoren auf den Heizenergieverbrauch in Österreich, Diplomarbeit, Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien, 2001.
- [3] Wolff, D., Jagnow, K., Budde, J., Teuber, P.: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln, Wolfenbüttel, April 2004
- [4] Wolff, D.: Theoretische Grundlagen zur Einspargarantie bei einer Kesselmodernisierung, FH Braunschweig/Wolfenbüttel – Institut für Energieoptimierte Systeme, April 2008
- [5] Wolff, D., Jagnow, K., Teuber, P.: Vorschläge zur Umsetzung der EU-Richtlinie, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden: Energieanalyse aus dem Verbrauch, ohne Jahr und Ort
- [6] Zach, F.: Analyse der Emissionsminderungspotenziale von Heizsystemen im österreichischen Gebäudebestand. Diplomarbeit, Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, TU Wien, Juni 2008
- [7] Zach, F., Trnka, G., Simader, G.: Steigerung der Energieeffizienz von Heizungen, Endbericht, Wien, 2009

- [8] Skopetz, H.: Einflussfaktoren auf den Heizenergieverbrauch in Österreich, Diplomarbeit, Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, TU Wien, 2001
- [9] Stadt Wien: Städtisches Energieeffizienzprogramm (SEP), Konzeptband, Wien, 2006.
- [10] Motivstudie Heizsysteme; FH Wieselburg – Österreichische Energieagentur, Dezember 2008
- [11] Zach, F., Trnka, G., Simader, G.: Feldtest zur Ermittlung des Einsparungspotenzials beim Heizwärmebedarf in Österreich, Endbericht, Wien, 2009
- [12] RL 2006/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, 5. April 2006
- [13] Umweltbundesamt: Klimaschutzbericht 2009, Wien 2009
- [14] Statistik Austria: Gebäude- und Wohnungszählung 2001
- [15] Website des EU-Projekts: BOILeff – Raising the efficiency of boiler installations, [www.energyagency.at/boileff](http://www.energyagency.at/boileff) (August 2009).
- [16] Gaderer, M.: Kunde, R.: Spliethoff, H.: Systemuntersuchung an Heizungsanlagen, BWK 59 (2007) 39-46

## 7 Anhang

Folgende Dokumente wurden als zusätzliche Anhänge im ecall hochgeladen:

Bestätigung der Lehrtätigkeit (Vorlesung an der FH Pinkafeld „Smart Heating“)

Report „Smart Heating“ WP 1 (3 Dokumente)

Präsentation für MA 39

Bericht AP 1

Volkswirtschaftliche Bewertung

Technische Dokumentation Wärmepumpen

Technische Dokumentation Gaskessel (VERTRAULICH, darf nur im Zuge der Evaluierung verwendet werden!!!)

Endpräsentation

Broschüre

Presseaussendung

## 8 Kontaktdaten

Projektleiter: DI Franz Zach

Institut/Unternehmen: Österreichische Energieagentur

Kontaktadresse (Adresse, Tel/Fax, E-Mail; Webpage des Instituts/Unternehmens; Webpage des gegenständlichen Projekts, falls vorhanden):

1150 Wien, Mariahilfer Straße 136

Tel.: +43 (0)1 5861524-106

FAX: +43 (0)1 5861524-340

E-Mail: [franz.zach@energyagency.at](mailto:franz.zach@energyagency.at)

## Neue Energien 2020 - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Webpage des Instituts/Unternehmens: [www.energyagency.at](http://www.energyagency.at)

Webpage des gegenständlichen Projekts: <http://www.energyagency.at/projekte-forschung/gebäude-haushalt/detail/artikel/smart-heating-das-produkt-der-zukunft.html>

Auflistung der weiteren Projekt- bzw. KooperationspartnerInnen Name / Institut oder Unternehmen:

Vaillant Group Austria GmbH

Vaillant GmbH