

Die Vorlauftemperatur bedarfsgeführt regeln und so die Effizienz erhöhen

Die bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung könnte zum Gamechanger für Wärmepumpen werden. Anstatt sich nur nach der Außentemperatur zu richten, reagiert das System auf den tatsächlichen Wärmebedarf in jedem Raum – und spart so spürbar Energie. Eine aktuelle Feldstudie aus dem SHK-Handwerk zeigt, welches Potenzial in der Technologie steckt. Untersucht wurde über einen Zeitraum von knapp drei Jahren, wie sich die Effizienz von Wärmepumpen durch die intelligente Kombination von guter Wärmepumpentechnik mit ausgeklügeltem Smart-Home-System noch weiter steigern lässt. Die Urheber *Christina Stadelmann* und *Frank Selg* nennen Details im Gespräch mit SBZ-Chefredakteur *Dennis Jäger*.

„Wer Wärmepumpen installiert, sollte sich auch mit der Materie auskennen. Es stellt niemand infrage, dass es eine Fahrschule braucht, um Auto fahren zu lernen.“

Frank Selg, Geschäftsführer Selg Haustechnik GmbH

Bild: Selg



SBZ: Können Sie kurz erläutern, warum gerade die Umstellung von Außentemperatur- auf bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung für Wärmepumpen ein wichtiger Forschungsschwerpunkt ist?

Christina Stadelmann: Hier fehlt es an Literatur, vor allem für die Praxis von bedarfsgeführter Vorlauftemperaturregelung, aber auch die theoretischen Grundlagen muss man suchen, um das Wenige zu finden, was zugänglich ist. Dies wurde uns zwischenzeitlich auch aus der Forschung bestätigt.

SBZ: Wie genau funktioniert die bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung im Vergleich zur klassischen Außentemperatursteuerung?

Frank Selg: Bei dieser Art der Regelung wird die Raumtemperatur jedes Raumes einzeln erfasst und mit der jeweiligen Raum-Solltemperatur verglichen. In Abhängigkeit vom daraus resultierenden Wärmebedarf wird die benötigte Vorlauftemperatur für das Gebäude errechnet und an die Wärmeerzeugeranlage übermittelt. Mit der be-

darfsgeführten Vorlauftemperaturregelung wird Wärme von internen und externen Wärmequellen in den Räumen miterfasst und in die Berechnung der Vorlauftemperatur einbezogen. Dadurch wird von der Heizung nur so viel Wärme produziert, wie auch benötigt wird. Ist es trotz Minustemperaturen draußen im Haus warm genug, reduziert die Heizung die Vorlauftemperatur oder stellt ihre Arbeit vollständig ein. Dies ist in diesem Ausmaß ausschließlich mit spezifischer Smart-Home-Technologie möglich.

SBZ: Wie wurden die drei Vergleichsobjekte ausgewählt und warum fiel die Wahl auf Gebäude mit Baujahr 1993?

Christina Stadelmann: Dass alle drei Objekte das gleiche Baujahr haben, ist Zufall. Das Forschungsteam hat durch familiäre Kontakte einfach und unkompliziert Zugang zu den Heizungen und weiteren Räumlichkeiten der drei Objekte erhalten. Dazu kommt, dass alle drei Objekte innerhalb weniger Monate einen Heizungstausch

**„Man darf davon ausgehen,
dass fast jede Kilowattstunde
Strom, die im Haus verbraucht
wird, in irgendeiner Form zu
Wärme wird.“**

Christina Stadelmann, Mitarbeiterin Geschäftsleitung und
Buchhaltung Selg Haustechnik GmbH

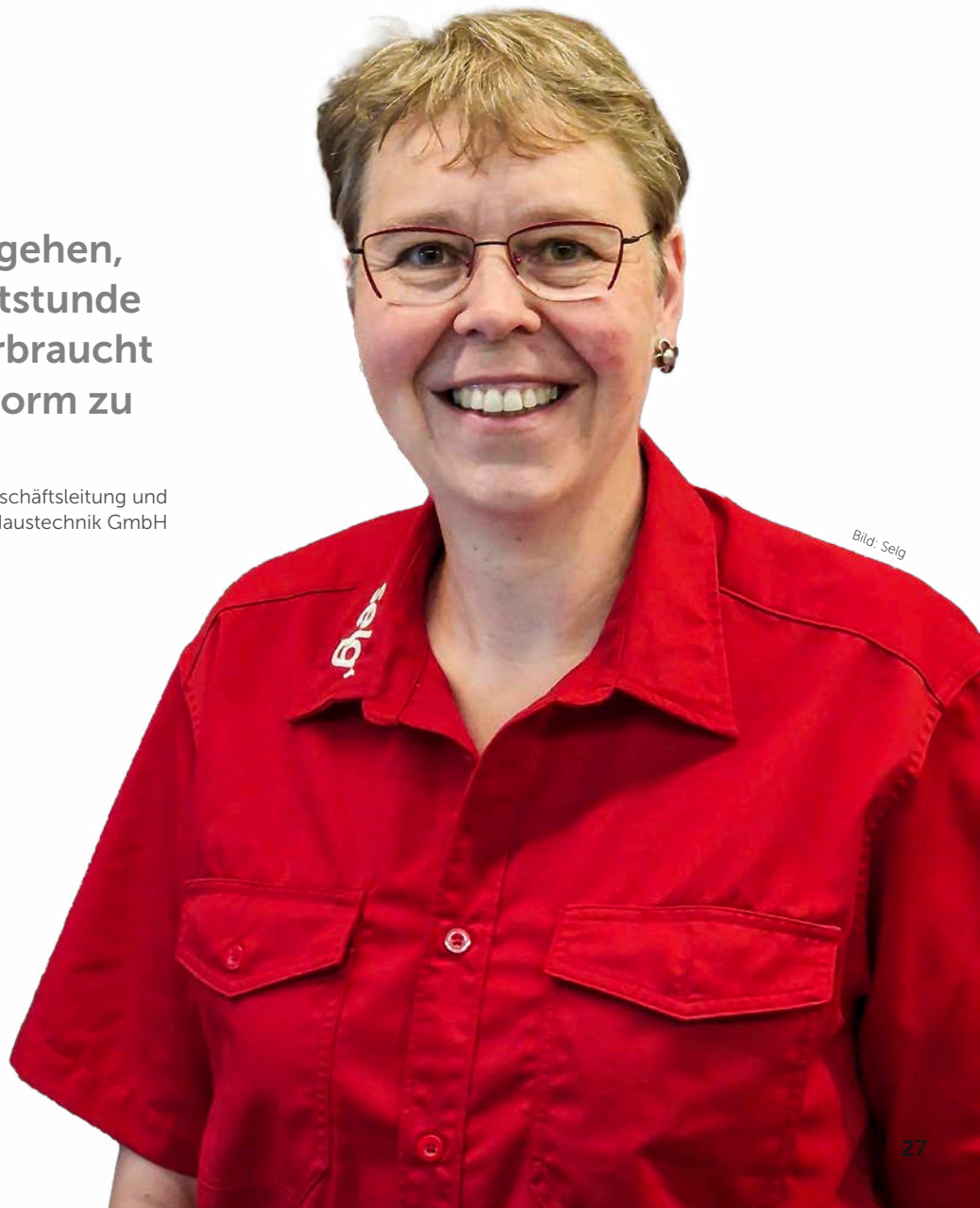


Bild: Selg



Das Alter der Gebäude hat einen Einfluss auf den SPF. Das hat weniger mit dem Baujahr zu tun als mit der energetischen Qualität des Gebäudes.

von Gas auf Wärmepumpe durch die gleiche Firma erhalten haben.

SBZ: In Ihrer Studie zeigen die Objekte 2 und 3 nach Umstellung auf die bedarfsgeführte Regelung eine Effizienzsteigerung. Warum weist Objekt 2 trotz geringfügig sinkendem SPF (saisonalem Performance-Faktor) eine Effizienzverbesserung auf?

Christina Stadelmann: Das Gebäude 1 diene uns als Referenzgebäude für die witterungsbedingten Veränderungen von Messzeitraum (MZR) 1 auf Messzeitraum 2. Der SPF von Objekt 1 hat sich von 6,75 im MZR 1 auf 6,41 im MZR 2 reduziert. Diese Verschlechterung des SPF um -5,3 % ist also keine Folge der Umstellung von Außentemperatursteuerung auf bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung, sondern von unterschiedlichen Witterungsbedingungen innerhalb der zwei MZR. Die objektive Verschlechterung des SPF bei Objekt 2 ist geringer als die witterungsbedingte Verschlechterung bei Objekt 1, daraus resultiert, dass die Anlage in Objekt 2 trotz tieferem SPF im MZR 2 effizienter gearbeitet hat.

SBZ: Welche Rolle spielen äußere und innere Wärmegewinne (z. B. durch Sonneneinstrahlung oder elektrische Geräte) bei der bedarfsgeführten Regelung?

Christina Stadelmann: Grundsätzlich darf man davon ausgehen, dass fast jede Kilowattstunde Strom, die im Haus verbraucht wird, in irgendeiner Form zu Wärme wird. Besonders spürbar ist das beispielsweise beim Kochen und Backen oder beim Haareföhnen, aber auch wenn man den Laptop nach einer Stunde mal auf der Rückseite anfasst. Die Sonne heizt uns ebenfalls kräftig ein. Hier geht man von 500 bis 800 W aus, was die Sonne durch 1 m² Fensterfläche pro Stunde ins Haus liefert. Auch Personen, die sich im Haus aufhalten, geben Wärme ab. Diese Wärme aus den unterschiedlichsten Quellen wärmt den Raum unabhängig von der Heizung. Durch die raumweise Temperaturerfassung erkennt das Smart-Home-System, dass die Temperatur in diesem Raum ansteigt, und kann die Heizung darüber informieren, dass weniger Wärme über die Heizung benötigt wird.

„Es fehlt an Literatur, vor allem für die Praxis von bedarfsgeführter Vorlauftemperaturregelung, aber auch die theoretischen Grundlagen muss man suchen, um das Wenige zu finden, was zugänglich ist.“

Christina Stadelmann

SBZ: Ihre Felddatenanalyse zeigt, dass das Baujahr allein kein entscheidender Faktor für die Effizienz ist. Welche anderen Faktoren haben Ihrer Meinung nach den größten Einfluss?

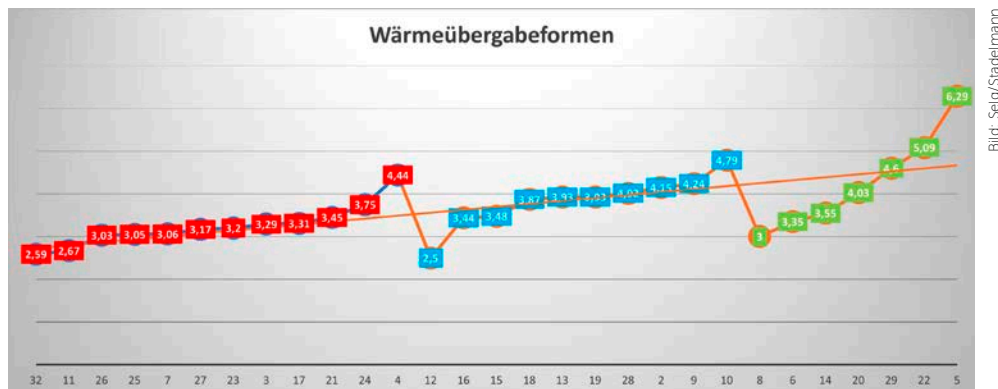
Frank Selg: Den größten Einfluss auf den Wärmebedarf im Haus hat die Qualität des Hauses im Sinne von Wärmedämmung. Wurden besser isolierende Fenster verbaut oder Dachstuhl, Kellerdecke oder Fassade mal dämmtechnisch auf den neuesten Stand gebracht, kann ein altes Gebäude durchaus weniger Wärme pro Quadratmeter benötigen als ein neueres Haus. Gerade bei Wärmepumpen zeigt sich auch, dass der Anteil der Wärme, die für die Warmwasserbereitung benötigt wird, sich stark auf die Effizienz der Wärmepumpe auswirkt. Aber der größte Hebel zur Effizienzsteigerung ist die erzeugte Vorlauftemperatur. Jedes Grad mehr Vorlauftemperatur, das die WP liefern muss, bedeutet 2 bis 3 % mehr Stromverbrauch.

SBZ: Welche Rolle spielt es, dass es sich bei den Studienobjekten allein um Hoval-Wärmepumpen handelt?

Frank Selg: Das spielt grundsätzlich keine Rolle. Für uns war entscheidend, dass wir bei Hoval-Geräten die gewünschten umfangreichen Daten aus den Regelungen auslesen können, dies ist leider nur bei wenigen Herstellern so zugänglich. Weiter kommt dazu, dass bei Hoval-WP die VLT heizkreisweise, über ein 0-10-V-Signal, vorgegeben werden kann. Diese Vorgabe wird transparent von der Heizkreisanforderung über Puffersoll zum Wärmepumpensoll über eine nachvollziehbare Regelstrategie weitergegeben. Dies ist für den Einsatz des verwendeten Smart-Home-Modells wichtig.

SBZ: Welche praktischen Herausforderungen sehen Sie bei der Umstellung der Wärmepumpenregelungen auf bedarfsgeführte Systeme, gerade im Bestand?

Frank Selg: Will man eine bestehende Wärmepumpenanlage von Außentemperatursteuerung auf bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung umstellen, muss abgeklärt werden, ob die Wärmepumpe einen Eingriff auf die Soll-Vorlauftemperatur



Rot heizt mit Heizkörper, grün mit Fußbodenheizung und blau mit einer Kombination von beidem.

peratur zulässt. Dieser Eingriff ist zwingend erforderlich, wenn man auf bedarfsgeführte Vorlauf-temperaturregelung umstellen will. Die Zahl der Hersteller, die diesen Eingriff zulassen, ist sehr gering und mit Stand zum Abschluss unserer schriftlichen Arbeit (Sommer 2024) in der Dokumentation aufgeführt. Die Liste ändert sich laufend in beide Richtungen. Will man in einem Bestandsgebäude bei der Heizungssanierung den Wechsel von der Außentemperatursteuerung auf bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung vollziehen, muss man sich im Vorfeld erkundigen, welche Wärmepumpen dies ermöglichen.

SBZ: Wie wichtig sind hydraulischer Abgleich und Pufferspeicher für die Effizienz der Wärmepumpe?

Frank Selg: Eine korrekte Einbindung des Puffers ist essenziell wichtig. Der hydraulische Abgleich ist eine Vorgabe für die Installation jeder Heizungsanlage, geht aber aus meiner Sicht etwas an der WP-Optimierung vorbei. Er zielt auf eine niedrige RLT ab, was für die optimale Brennwertnutzung von

Öl und Gas gut ist. Der Vorlauf ist eher unwesentlich. Bei der Wärmepumpe soll der Hub zwischen Vorlauf und Rücklauf nicht mehr als 5 bis 8 Kelvin betragen. Was mehr Volumenstrom im Rohr, im Heizkreis und auch in den Ventilen bedingt.

SBZ: Sie erwähnen Wissenslücken bei SHK-Installateuren bezüglich Hydraulik und Regelungstechnik. Wie könnte Ihrer Meinung nach hier die Weiterbildung verbessert werden?

Frank Selg: Wer Wärmepumpen installiert, sollte sich auch mit der Materie auskennen. Es stellt niemand infrage, dass es eine Fahrschule braucht, um Auto fahren zu lernen. Die Installation einer Wärmepumpe benötigt anderes Fachwissen als für eine Öl- oder Gasheizung. Um sie fachgerecht einzubauen, reichen 5 bis 10 Stunden Fortbildung in der Berufsschule oder im Meisterkurs nicht aus. Es gibt ausreichend Angebote von den Fachverbänden SHK und verschiedenen Herstellern, um sich als SHK-Installateur fit für die Wärmepumpe zu machen.

Anzeige

DAIKIN Altherma 4 H – R-290 neu gedacht

Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, die überzeugt: flexibel, effizient und ideal für Alt- und Neubau



-15°

Freie Wahl zwischen Fußbodenheizung und Radiatoren
Vorlauftemperaturen bis 75 °C bei -15 °C Außentemperatur



Einfach intuitiv
Smarte Bedienung für Inbetriebnahme sowie Nutzereinstellungen



Extrem leise
30 dB(A) im Nachtmodus in 3 m Abstand mit nur einem Lüfter



Umweltbewusst
Herausragende Effizienz und natürliches Kältemittel R-290



Sicher in jeder Situation
Maximale Sicherheit im Umgang mit Kältemittel R-290



Modernes Design
Elegantes Außengerät

www.daikin.de



R-290

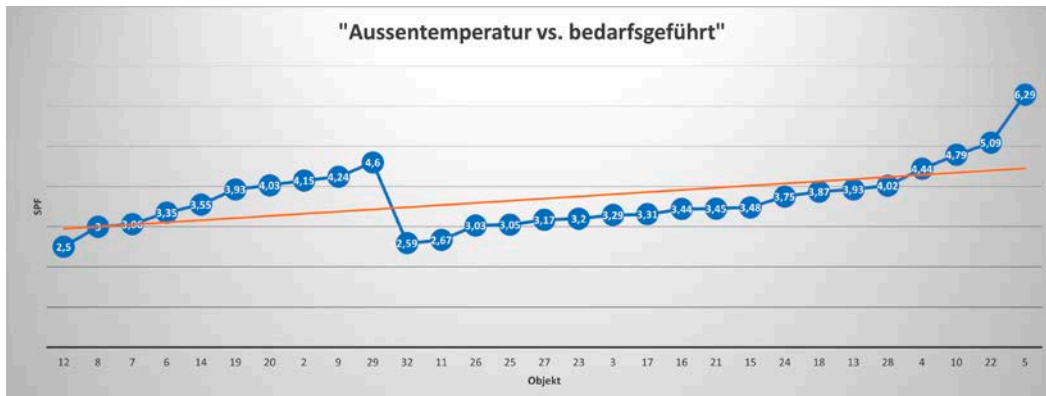


bis zu
A+++
A++
A+
A



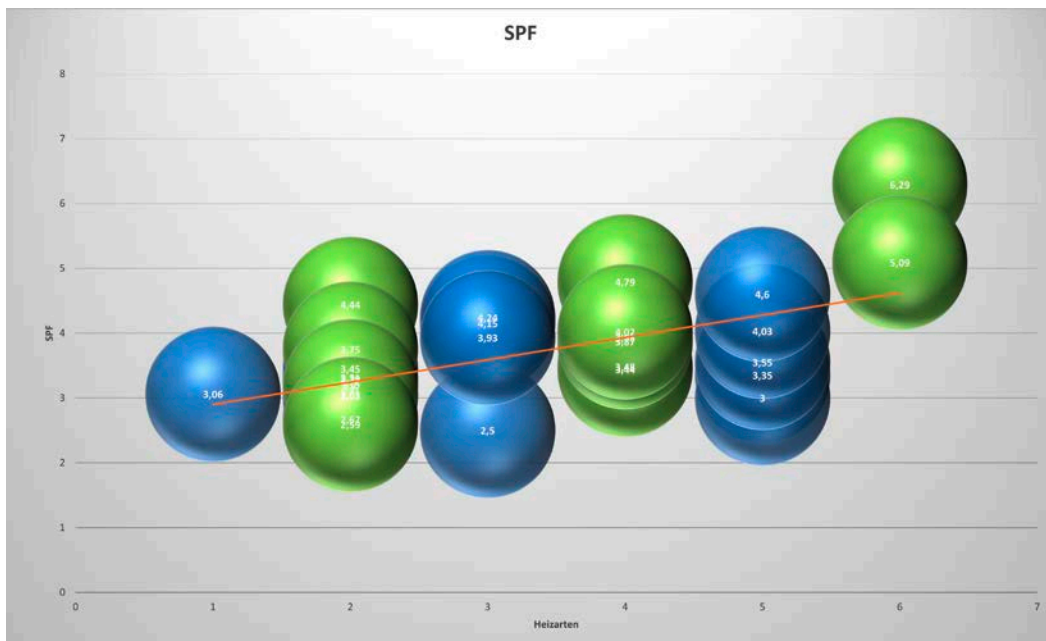
bis zu
A+++
A++
A+
A

Bild: Selg/Stadelmann



Eine bedarfsgeführte Vorlauf-temperaturregelung zieht den durchschnittlichen SFP aller betrachteten Gebäude deutlich nach oben.

Bild: Selg/Stadelmann



Der SFP nach Wärmeübergabeart und Regelungsoption im Vergleich:
 1 = HK nach Außentemperatursteuerung;
 2 = HK nach bedarfsgeführter Vorlauftemperaturregelung;
 3 = Kombination HK und FB nach Außentemperatursteuerung;
 4 = Kombination HK und FB nach bedarfsgeführter Vorlauf-temperaturregelung;
 5 = FB nach Außentemperatursteuerung;
 6 = FB nach bedarfsgeführter Vorlauftemperaturregelung.
 Es wird deutlich: In der Tendenz ist eine bedarfsgeführte Außen-temperaturregelung effizienter.

SBZ: Welche Empfehlungen würden Sie Planern und Betreibern von Wärmepumpenanlagen geben, um die Effizienz ihrer Systeme zu optimieren?

Frank Selg: Planern empfehlen wir eine fundierte Fortbildung, bevor Anlagen geplant werden, mit der Einsicht, dass eine gute Wärmepumpen-Hydraulik nichts mit der einer Öl- oder Gasheizung zu tun hat.

Christina Stadelmann: Für Betreiber empfehlen wir als ersten Schritt, die Nachtabenkung zu streichen. Das Aufheizen kostet mehr, als man mit der Absenkung gewinnt. Und dann die Heizkurve schrittweise so weit wie möglich runterzudrehen. Oder gleich ein Smart-Home-System in Kombination mit einer Wärmepumpe zu installieren, die über die Möglichkeit einer bedarfsgeführten Vorlauftemperaturregelung verfügen.

SBZ: Gibt es technische Weiterentwicklungen bei Wärmepumpen oder deren Steuerungen, die Sie

in naher Zukunft erwarten und die die Effizienz weiter verbessern könnten?

Frank Selg: Erstens: Wir hoffen auf immer mehr Wärmepumpenregelungen, die eine Einbindung von bedarfsgeführter Vorlauftemperaturregelung über Smart-Home-Systeme zulassen.

Zweitens: Photovoltaikanlagen, Batteriespeicher und Wärmepumpen kommunizieren miteinander zur Optimierung der Betriebskosten. Diese Betriebsoptimierung geht zwar minimal zulasten der Effizienz, reduziert aber die Stromkosten für den Betrieb deutlich. Diese Optimierung lässt sich mit einem Smart-Home-System durch Speicherung der überschüssigen Energie im Estrich noch weiter maximieren.

Drittens: dass alle (großen) Stromverbraucher im Haus zusammen kommunizieren und so die Energiekosten so gering wie möglich gehalten werden können. Dies liegt aber im Moment leider noch in weiter Ferne, auch wenn es vielversprechende Ansätze gibt.

SBZ: Wie beurteilen Sie den Einfluss von Nutzerverhalten auf die tatsächliche Effizienz von Wärmepumpen? Wurde dies in Ihrer Studie berücksichtigt?

Christina Stadelmann: In unserer Studie wurde die Raumtemperatur nicht verändert und wir haben die Nutzer nicht auf spezielle Verhaltensweisen aufgrund der Wärmepumpe oder der Studie hingewiesen. Sie sollten sich in beiden Messzeiträumen möglichst gleich verhalten – unser Ziel war, den Effekt der technischen Veränderung zu messen. Im Alltag hat der Nutzer über sein Verhalten einen großen Einfluss auf die Effizienz der Wärmepumpe, wie zum Beispiel eine Grafik des Bundesverbands Wärmepumpe zeigt. Einzelne Faktoren wie Warmwasserverbrauch und Heizkurve haben wir bereits angesprochen. Die Heizkurve hochzudrehen und dann die Raumtemperatur über das offene Fenster zu regeln, ist eines der deutlichsten Beispiele für ineffizienten Betrieb einer Heizung.

SBZ: Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten offenen Forschungsfragen rund um das Thema Wärmepumpenregelung?

„Jedes Grad mehr Vorlauftemperatur, das die Wärmepumpe liefern muss, bedeutet zwei bis drei Prozent mehr Stromverbrauch.“

Frank Selg

Frank Selg: Ich glaube, dass viele Regler noch ein großes Verbesserungspotenzial haben. Dazu müsste der eine oder andere Hersteller aber mal über den Tellerrand schauen. Weniger ein Thema der Forschung als vielmehr der Kooperation wären einheitliche Schnittstellen und einheitliche sowie einfach zu handelnde Kommunikationsstandards. Wie es zum Beispiel mit „SunSpec TCP“ oder einem 0–10-V-Signal möglich ist. ModBus ist auch ein gutes Protokoll, aber für viele zu kompliziert.

SBZ: Gibt es Besonderheiten bei der Steuerung von Sole/Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu Luft/Wasser-Systemen, die Sie herausgearbeitet haben?

Christina Stadelmann: Wir konnten im Rahmen unserer Studie nur von einer Sole/Wasser-Wärmepumpe Daten erheben, und diese reichten nicht aus für einen Einschluss in die Auswertung. Daher können wir keine Aussage zu Ihrer Frage machen. Da jedoch immer die Höhe des Temperaturhubs ausschlaggebend ist für die Effizienz, ist anzunehmen, dass es keinen signifikanten Unterschied gibt.

Anzeige

UNSERE SPEZIALISTEN FÜR IHRE WÄRMEPUMPE

PERFEKT FÜR
WÄRME
PUMPEN
UNTERSTÜTZT DIE ENERGIEWENDE



www.caleffi.com



CALEFFI
Hydronic Solutions

2023 WINNER
DESIGN PLUS

Wärmepumpen verändern den Heizungsmarkt. Für höchste Effizienz und Sicherheit haben wir das richtige Produktsortiment entwickelt: den Magnetischen Schmutz- und Schlammabscheider CALEFFI XF, den wandhängenden vollisolierten Pufferspeicher mit integrierter hydraulischer Weiche Serie 5485, den Hocheffizienzentlüfter CALEFFI HED® sowie das iStop®-Frostschutzventil ohne Frostschutzmittel und für Vorlauftemperaturen bis 90°C.

CALEFFI GARANTIERT



SBZ: Planen Sie, die Studie mit einer größeren Stichprobe oder über längere Zeiträume zu wiederholen?

Christina Stadelmann: Eine Wiederholung der Studie ist aktuell nicht geplant, wir sind aber offen für entsprechende Anfragen von Forschenden. Für die Feldstudie erheben wir laufend weitere Daten von den bisherigen und von neuen Anlagen, um die Studie breiter abzustützen. Eine Erweiterung der Auswertung wurde 2025 umgesetzt. Hier zeigt sich, dass die Daten aus den Anlagen zu Stromverbrauch und produzierter Wärmemenge sehr hohe Unterschiede zwischen vom Hersteller verbauten Messgeräten und geeichten, zusätzlich eingebauten Messgeräten aufweisen.

Diese Differenz wurde uns vonseiten der Hochschulen und von Forschungsinstituten bestätigt. Diese „Messfehler“ erschweren es, die Werte von Wärmepumpen untereinander zu vergleichen, auch wenn beide Anlagen vom gleichen Hersteller sind. Auch hat sich gezeigt, dass im Bereich der Smart-Home-Regelungslogarithmen noch ein gewisses Optimierungspotenzial liegt, welches wir zusammen mit dem Hersteller erläutern wollen. Weiter sind wir auf der Suche nach Herstellern, die bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung in ihren Heizungen zulassen.

SBZ: Frau Stadelmann, Herr Selg, besten Dank für die tiefen Einblicke!

Die Studie in der Zusammenfassung

Die Studie „Bedarfsgeführte Vorlauftemperatur bei Wärmepumpen – Ein Vergleich im Bodenseekreis“ von Frank Selg und Christina Stadelmann untersucht die Auswirkungen der Umstellung von einer klassischen Außentemperatursteuerung auf eine bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung bei Wärmepumpen. Ziel war es, herauszufinden, ob durch eine bedarfsgerechtere Steuerung die Effizienz der Wärmepumpen, gemessen am „saisonalen Performance-Faktor“ (SPF), signifikant gesteigert werden kann. Die Untersuchung basiert auf einer Vergleichsstudie an drei nahezu baugleichen Objekten aus der gleichen Region und mit dem Baujahr 1993. Objekt 1 wurde von Beginn an mit einer bedarfsgeführten Steuerung betrieben und diente als Referenz. Die Objekte 2 und 3 wurden zunächst mit herkömmlicher Außentemperatursteuerung betrieben und während der Studie auf die bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung umgestellt. Ergänzend erfolgte eine Datenerhebung bei weiteren 18 Wärmepumpen aus der Region, um die Ergebnisse anhand von Felddaten statistisch zu validieren.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass Objekt 1 mit durchgehend bedarfsgeführter Regelung sehr gute Effizienzwerte erzielte. Die mittleren SPF-Werte lagen bei 6,75 im ersten und 6,41 im zweiten Messzeitraum, was die theoretisch berechneten Werte deutlich übertrifft. Objekt 2, ein Bürogebäude, wies vor der Umstellung einen SPF von 4,61 auf. Nach der Umstellung sank der absolute SPF zwar leicht auf 4,53, jedoch konnte witterungsbereinigt eine Effizienzsteigerung von 3,6 % festgestellt werden sowie ein subjektiver Komfortgewinn für die Mitarbeitenden im Büro. Dies trotz einer Reduktion der Betriebsstunden und Schaltzyklen, was eine Verbesserung der Systemeffizienz nahelegt. Objekt 3 zeigte vor der Umstellung eine eher ineffiziente Betriebsweise. Nach Einführung der bedarfsgeführten Regelung stieg der SPF um etwa 16 %, was einem um ein Sechstel geringeren Stromverbrauch bei gleicher Wärmemenge entspricht. Als Ursache wurde festgestellt, dass die tatsächlich benötigte Vorlauftemperatur deutlich unter der ursprünglich berechneten Vorlauftemperatur lag.

Zehn Luft/Wasser-Wärmepumpen wurden berücksichtigt

Die Analyse der Felddaten, bei der nach Prüfung zehn Luft/Wasser-Wärmepumpen berücksichtigt wurden, bestätigte die Kernhypothese der Studie. Höhere Vorlauftemperaturen korrelieren signifikant mit einem niedrigeren SPF, während Anlagen mit bedarfsgeführter Vorlauftemperaturregelung durchweg höhere Effizienzwerte aufwiesen, unabhängig von der Art der Wärmeübergabe. Zudem zeigte sich, dass das Baujahr der Anlage keinen eindeutigen Einfluss auf

die Effizienz hat; der energetische Zustand des Gebäudes ist hier entscheidend. Fußbodenheizungen tendierten zu höheren SPF-Werten, wobei weitere Faktoren wie die Höhe des Warmwasserbedarfs ebenfalls eine Rolle spielten.

Die Untersuchung macht deutlich, dass die bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung eine einfache und effektive Maßnahme zur Steigerung der Effizienz von Wärmepumpen ist. Durch die Berücksichtigung tatsächlicher Wärmebedarfe, etwa durch externe Gewinne wie Sonneneinstrahlung oder interne Gewinne wie Geräteabwärme, kann der Stromverbrauch im Vergleich zur Außentemperatursteuerung signifikant gesenkt werden, ohne den Komfort zu beeinträchtigen. Die klassische Außentemperatursteuerung hingegen orientiert sich an theoretisch ungünstigen Szenarien und heizt häufig „auf Verdacht“. Einschränkend ist zu erwähnen, dass die Studie auf eine relativ kleine Stichprobe und Anlagen eines einzigen Herstellers beschränkt ist. Auch wurde das Nutzerverhalten nicht systematisch erfasst und andere Einflussgrößen wie Hydraulik oder Warmwasserbereitung wurden nur am Rande berücksichtigt.

Warmwasserzirkulation bei bedarfsorientiertem Betrieb

Neben den Kernergebnissen zeigten sich wichtige Praxiserfahrungen: Ein hydraulischer Abgleich und die Einbindung von Pufferspeichern sind für den effizienten Betrieb essenziell, ebenso wie die Umstellung der Warmwasserzirkulation auf bedarfsorientierten Betrieb. Regelmäßige Effizienzkontrollen sowie verbesserte Datenanbindungen der Anlagen werden empfohlen. Zudem wurde auf Wissenslücken bei Installateuren bezüglich Hydraulik, Schall und Regelungstechnik hingewiesen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Umstellung von einer reinen Außentemperatursteuerung auf eine bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung eine sehr wirkungsvolle Maßnahme zur Steigerung der Effizienz von Wärmepumpen darstellt. Real messbare Einsparungen von bis zu 16 % weniger Stromverbrauch bei gleichem Heizkomfort unterstreichen den hohen Nutzen dieser Regelungsstrategie. Die Studienergebnisse werden durch reale Verbrauchsdaten und Kundendaten gut gestützt und liefern wertvolle Erkenntnisse für Planung, Betrieb und Optimierung moderner Wärmepumpenanlagen.

Weitere Informationen geben Frank Selg und Christina Stadelmann, Selg Haustechnik GmbH in Meersburg, info@selg-haustechnik.de. Mehr dazu auch über den QR-Code.

www.salg-haustechnik.de/unternehmen/forschung



Die neue Grundfos ALPHA GO – schneller, besser, intelligenter



Entdecken Sie unsere neue, bahnbrechende Baureihe! Zwei intelligente und universelle Umwälzpumpen für den schnellen Austausch und die präzise Inbetriebnahme.

Mit den neuen Grundfos Umwälzpumpen ALPHA1 GO und ALPHA2 GO wird der Austausch und die Installation jetzt einfacher denn je. Nur zwei Varianten — für jede Aufgabe die passende Lösung. Profitieren Sie von zahlreichen neuen Funktionen, die Ihren Arbeitsalltag spürbar erleichtern. Warum Zeit verschwenden? Mit ALPHA GO wird's einfach!



Jetzt QR-Code scannen
und mehr über unsere
neue ALPHA GO-Baureihe
erfahren!

GRUNDFOS 

Possibility in every drop