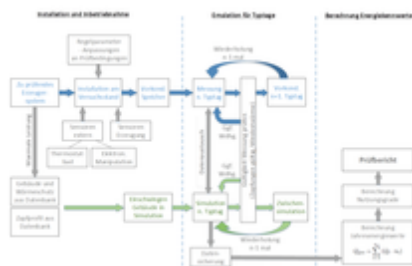




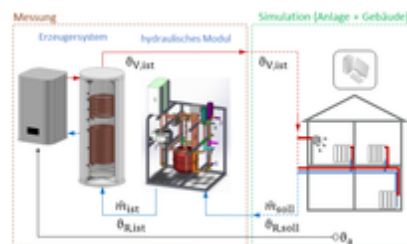
Mit der Methode Hardware-in-the-Loop (HiL) wurde ein Prüfverfahren entwickelt, mit dem die energetische Effizienz von Wärmepumpen und Blockheizkraftwerken schnell und realitätsnah bewertet werden.
© TU Dresden, Institut für Energietechnik



Flussdiagramm zur schematischen Darstellung des neu entwickelten Bewertungsverfahrens
© TU Dresden, Institut für Energietechnik

Prüfverfahren für praxisnahe energetische Systemkennzahlen

Messungen an realen Wärmeerzeuger-Anlagen zeigen, dass rechnerisch ermittelte Effizienzkenngößen teilweise erheblich von den messtechnisch erfassten Werten abweichen. Dies gilt besonders für Wärmepumpen und Mikro-Blockheizkraftwerke. Für deren wirtschaftlichen Erfolg ist die Jahresarbeitszahl entscheidend. Für Wärmepumpen gibt es normative Verfahren wie die VDI 4650, womit die Jahresarbeitszahl bestimmt werden kann. Ein neues Verfahren soll trotz relativ einfacher Prüfmessungen deutlich realistischere Energiekennzahlen liefern.



Konfiguration des Teststandes nach der Methode Hardware-in-the-Loop (HiL)
© TU Dresden, Institut für Energietechnik
merklichen Einfluss auf die energetische Anlagenperformance.

In einem dreijährigen Forschungsprojekt wurde das neue messtechnische Verfahren entwickelt. Mit ihm können realitätsnahe Jahresarbeitszahlen bestimmt werden. Im Unterschied zu den bisherigen statischen Verfahren wollten die Forscher der drei Hochschulen TU Dresden, RWTH Aachen und Universität Stuttgart mit dem neuen Prüfverfahren auch dynamische Betriebsbedingungen berücksichtigt wissen, beispielsweise Anfahr- und Abfahrvorgänge sowie thermische Speicherverluste. Sie haben einen

Hardware-in-the-Loop verknüpft Messung und Simulation

Grundlage der Analysen war die Methode „Hardware-in-the-Loop“ (HiL). Dabei werden Hard- und Softwarekomponenten zu einem System miteinander verbunden. Diese Methode kombiniert die Vorteile von Simulation und Messung: Die Messung an realen Systemkomponenten erfasst das spezifische Verhalten von marktverfügbaren Aggregaten und Regelungstechnik. Die Hardware ist wiederum eingebettet in eine simulierte Umgebung, mit der beliebige Randbedingungen wie Nutzungsprofile oder Wettersituationen berücksichtigt werden, was Prüfmessungen in kurzen, typischen Messzyklen erlaubt.

Beispielsweise werden die Vorlauftemperatur und die Druckdifferenz im Heizungsnetz der Simulation übergeben. Diese wiederum liefert den Massestrom und die Rücklauftemperatur des Heizungsnetzes, welche sich aus der simulierten Systemdynamik ergeben. Der Bedarf an Trinkwarmwasser wird per Zapfprofil der Simulation

hinterlegt und dem hydraulischen Modul übergeben. Für den Loop, also für eine schlüssige Verknüpfung von Simulation und Hardware müssen geeignete Schnittstellen und Bilanzgrenzen definiert werden. Außerdem müssen die technischen Komponenten des Versuchsstandes in der Lage sein, die aus der Simulation erhaltenen Größen faktisch hinreichend schnell einzustellen.

Um das reale Anlagenverhalten über ein ganzes Jahr in möglichst kurzen Messzyklen erfassen zu können, sind hierfür repräsentative Szenarien gefragt: Mit wenigen sogenannten Typtagen sollen die thermischen Verhältnisse für ein gesamtes Jahr abgebildet werden. Mit dem Verfahren k-medoids clustering wurden auf Basis der Wetterdaten eines Testreferenzjahres 4 Typtage definiert, welche zusammen repräsentativ sind für die realen thermischen Bedingungen und damit ein kurzes, realitätsnahes Prüfverfahren erst ermöglichen.

Praxisnahe Ergebnisse und Einsatzmöglichkeiten

Die Ergebnisse der neuen Prüfmethode zeigen, dass sich im direkten Vergleich zu den Feldmessungen grundlegende Tendenzen und Effekte bestätigen lassen. Das Verfahren ist erstaunlich praxisnah und realistisch. Neben den bisherigen normativen Verfahren gibt es nun ein weiteres Prüfverfahren zur realitätsnahen Bewertung von Wärmepumpen und KWK-Systemen.

Die aus dem methodischen Ansatz resultierende Flexibilität des Verfahrens erlaubt es, dieses zielgerichtet für verschiedene Aufgabenstellungen einzusetzen bzw. weiterzuentwickeln. Es kann also auch als Analysewerkzeug für die Überprüfung oder Weiterentwicklung normativer Verfahren eingesetzt werden. Ebenfalls ist es für Hersteller von Anlagen- und Regelungskomponenten interessant, weil sie ihre Hardware im Labor unter realitätsnahen Bedingungen testen und weiterentwickeln können.

Perspektiven

Die Forscher wollen das Prüfverfahren in einem Folgeprojekt noch weiterentwickeln. Denn es basiert aktuell auf einem Einfamilienhaus als Modellgebäude und auf dem Testreferenzjahr für Potsdam. Es könnte auf andere Gebäudetypen übertragen und an weitere Klimaregionen angepasst werden. Auch könnten in dem Zuge weitere Systemtypen, beispielsweise hybride Systeme, sowie komplexere Regelungsmodul abgebildet werden.

Diese News ist bereits auf der [Webseite der Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN](#) erschienen. Zur Vertiefung ist der [Kurzbericht „Instationäre, energetische Bewertung von Wärmepumpen- und Mikro-KWK-Systemen“](#) interessant.

(/)