

Martin Donath

Messwertgestützte Analyse von Heizungsanlagen nach DIN EN 15378

Solange die Preisbildung für fossile Energieträger den vorangehenden Wertschöpfungsprozess der Natur bzw. die Interessen nachfolgender Generationen unberücksichtigt lässt, sind gesetzliche Forderungen zur Energieeinsparung notwendig. Das Problem liegt für den Gesetzgeber in der Festlegung des zumutbaren Aufwands. Wenn der Hauseigentümer verpflichtet ist, einen Energieausweis anfertigen zu lassen, wird er versuchen, diesen mit geringsten Kosten und günstigster Aussage zu erhalten. Nach einem Bericht* der Deutschen Energie Agentur dena ist hier eine Vertrauenskrise bei Verbrauchern entstanden, weil Studien gravierende Berechnungsfehler, unvollständige Datenerfassung und ungenügende Plausibilitätsprüfungen bei der Ausweiserstellung nachwies. Wie kann das auch anders sein, wenn Messwerten eine untergeordnete Rolle bei der Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden im Bestand zugewiesen wird?

Betriebsverhalten von Heizungsanlagen in der Realität

Die bisherigen Erfahrungen und Untersuchungen haben übereinstimmend ergeben, dass fast alle Heizungsanlagen im Bestand wie folgt charakterisiert werden müssen:

- Mehr als 80 % arbeiten nicht im technischen Optimum.
- Der Nutzungsgrad ist oft kleiner als 70 %.
- Die Anlagen wurden mehrfach überdimensioniert installiert.
- Die Konfiguration ist teilweise fehlerhaft.
- Die Ausführung erfolgte häufig fehlerhaft.
- Eine regelungstechnische und hydraulische Anpassung wurde nur partiell vorgenommen
- Die Wartung erfolgte zu selten korrekt.
- Der Betrieb erfolgt vielfach in defektem Zustand.

Die Ursache ist in der Anlagencharakteristik zu suchen. Die Bauweise folgt der Philosophie, dass die Wärme nur dann in den Raum eingespeist wird, wenn sie als örtlich und zeitlich notwendig bewertet wird. Den Grundgedanken folgend, dass die Anlage Behaglichkeit, Sicherheit und Gesundheitsschutz bieten soll, aber die Kosten für Installation, Betrieb und Wartung möglichst gering zu halten sind, wurden Komponenten entwickelt, die zwar technisch hochwertig sind, aber hohen Installationsaufwand und umfangreiche regelungstechnische Kenntnisse erfordern. Gleichzeitig wurde die Speicherkapazität der Anlage auf ein Minimum reduziert, so dass Fehler in der Konfigurierung oder Einregelung kaum noch automatisch kompensiert werden. Die Mankos bei der Justierung wurden durch erhöhte Vorlauftemperaturen und Pumpendrucke kompensiert, was zu einem Mehrverbrauch an Energie führt. Die Konsequenzen sind erhebliche Mängel im Betriebsverhalten mit der Folge des Mehrverbrauchs an Brennstoffen. Die folgende Aufstellung zeigt einen Überblick über bisher ermittelte häufige

* Vortrag Christiane Coressel: Aktuelle Entwicklungen zum Energieausweis – Qualitätssicherung durch das dena-Gütesiegel. ZIA Ausschuss ETU 30.06./01.07.2009 Koblenz

Fehler bei der messwertbasierten Analyse des Betriebsverhaltens von Heizungsanlagen, der von der radiodomo Ing.-GmbH im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Mecklenburg-Vorpommern 2008 zusammengestellt wurde:

- kein Brennwerteffekt trotz Brennwerteffekt
- Kesselleistung gegenüber Heizlast deutlich zu hoch
- Brennerleistung für den Kessel zu hoch eingestellt
- Heizungsvorlauftemperatur zu hoch beziehungsweise falsche Heizkurve
- ungünstige zeitliche Steuerung von Kessel und Anlage
- Spreizung im Strang zu gering
- Pumpenleistung zu hoch eingestellt
- Spreizung am Kessel zu hoch
- falsch geplante, falsch gebaute oder nicht abgeglichene Hydraulik
- falsche Volumenströme an hydraulischen Weichen
- falsch eingestellte Überströmventile
- Brennerfalscheinstellung und Schäden
- unpassende oder verschlammte Brauchwasserspeicher
- ungünstige Zeitschaltung zur Speicherladung

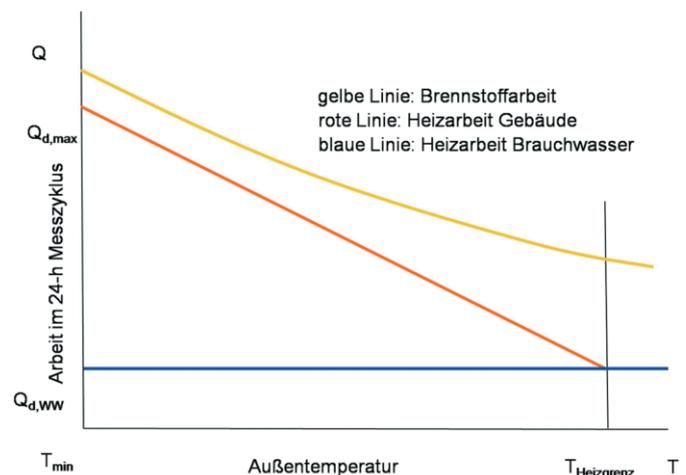


Bild 1. Gebäudekennlinie

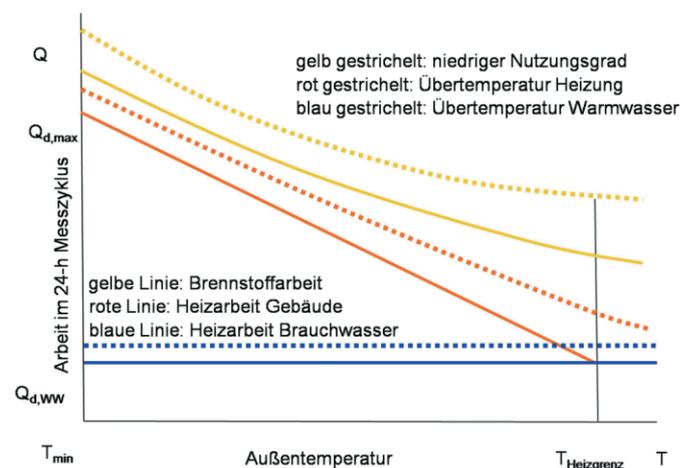


Bild 2. Verluste bei der Gebäudebeheizung.

- falscher Kaskadenbetrieb bei Mehrkesselanlagen
- falsche jahreszeitliche Steuerung
- falsche Kesselminimaltemperatur.

Daraus wird erkennbar, dass es in vielen Fällen ausreicht, durch Justierung der Parameter eine Optimierung bzw. Energieeinsparung zu erzielen. Wenn eine Heizungsanlage nicht im Optimum arbeitet, treten Verluste auf. Diese Verluste sind gekennzeichnet durch:

- niedrigen Nutzungsgrad der Wärmeerzeugung
- Transportverluste vom Wärmeerzeuger zum Wärmeverbraucher
- erzeugte Wärme, für die (zeitlich und örtlich) kein Bedarf besteht.

Die Zusammenhänge sind sehr gut am Modell der Gebäudekennlinie erkennbar. Die Gebäudekennlinie liegt den einzustellenden Parametern der Anlage als Verhältnis zwischen Außentemperatur und erforderlicher Wärmearbeit zugrunde. Die Verluste können in der Gebäudekennlinie durch Verschiebung der Idealkurven dargestellt werden, wobei diese Verluste sowohl singulär als auch summarisch auftreten können. Einspareffekte von 30 % und mehr sind damit gut nachvollziehbar.

Normen als Optimierungsgrundlage

Die bisherigen normativen Ansätze zur Verbrauchssenkung bei der Anlagentechnik sind in der Hauptsache Berechnungsverfahren und zielen auf Maßnahmen zur Modernisierung, insbesondere den Austausch von Bauteilen. Dieses „Austauschprinzip“ führte auch dazu, dass die Qualifikation der fachgerechten Inbetriebnahme einer Anlage nicht mehr abgefordert wurde und jetzt nur in geringem Maße abrufbar ist. Daraus folgt, dass hier kurzfristig eine Reaktivierung dieser Qualifikation stattfinden sollte. Nach unseren Feststellungen ist das Analyseverfahren hervorragend geeignet, entsprechende Qualifizierungsanreize auszulösen. Die mit energetischen Sanierungen oder Optimierungen beauftragten Ingenieurbüros entwickeln naturgemäß primär individuelle projektbezogene hochinvestive Lösungen entsprechend Ausschreibung und HOAI. Auch hier wären geeignete Anreizmodalitäten zu entwickeln.

In der DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden – wird von einer optimal arbeitenden Hei-

zungsanlage ausgegangen, die Problematik der allgemeinen hohen Abweichung vom Optimum wird hier nicht berücksichtigt. Der „Heizungscheck“ nach DIN EN 15378 „Vereinfachtes Verfahren“ ermöglicht nur eine indirekte Bewertung der Anlage über Punktetabellen nach Baujahr und Typ, ohne den quantifizierbaren Bezug zu energetischen Größen herstellen zu können. Der „bedarfsbasierte“ Energieausweis bewertet die Gebäudehülle und die Anlage nach Baujahr und Typ. Der „verbrauchs-basierte“ Energieausweis basiert wenigstens auf dem Messwert des Verbrauchs, ermöglicht aber keine quantitative Zuordnung der Einsparpotentiale zu den Komponenten Hülle, Anlagentechnik und Nutzerverhalten.

Wenn das erhebliche Einsparpotenzial der Optimierung im geringinvestiven Bereich erschlossen werden soll, wäre zunächst der Ist-Zustand der Anlage zu ermitteln. Dies kann weder allein durch eine Begehung und baujahrbezogene Typisierung noch durch eine Übertragung von Berechnungsverfahren aus dem Neubau auf Bestandsgebäude erfolgen. Nur eine messwertgestützte Analyse kann hier zum Erfolg führen.

Beschreibung des Analyseverfahrens nach DIN EN 15378 und DIN EN 15900 am Beispiel des Heizungs-EKG

Das bisher entwickelte und patentierte Werkzeug „Energemonitor“ bzw. „Heizungs-EKG“ ist ein mobiles Datenerfassungs- und Auswertungssystem zur Analyse des Betriebsverhaltens von Heizkesseln, Fernwärmestationen, Wärmepumpen etc. in der Interaktion mit dem zu beheizenden Gebäude. Das Werkzeug besteht aus Sensoren, Datenloggern und einer Software „Basisanalyse“ zur Bestimmung der wesentlichen energetischen Parameter einer Gebäudebeheizung. Zur Vorbereitung einer zielführenden Optimierung, Sanierung, Modernisierung oder eines Energieträgerwechsels erfolgt die ebenfalls softwarebasierte „Expertenanalyse“ durch einen qualifizierten Ingenieur. Das „Heizungs-EKG“ entspricht im Modell dem aus der Medizin bekannten EKG und wurde deshalb auch so bezeichnet.

Ablauf der Analyse

Zur Analyse der Heizanlage erfolgt die Messung der energetisch relevanten Daten und Verknüpfung mit manuell einzugebenden Parametern. Im Standardverfahren erfolgt eine 24-h-Messung entsprechend eines gewöhnlichen

Arzt:
Herz - EKG
als messwertbasierte
Analyse des Objektes Herz
in der Interaktion mit dem
Blutkreis;
ohne Eingriff in den Organismus

Ingenieur:
Heizungs - EKG
als messwertbasierte
Analyse des Objektes Kessel
in der Interaktion mit dem
hydraulischen System;
ohne Eingriff in die Heizanlage

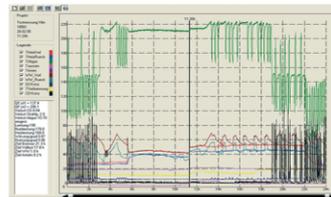


Bild 3. Modell „Heizungs-EKG“

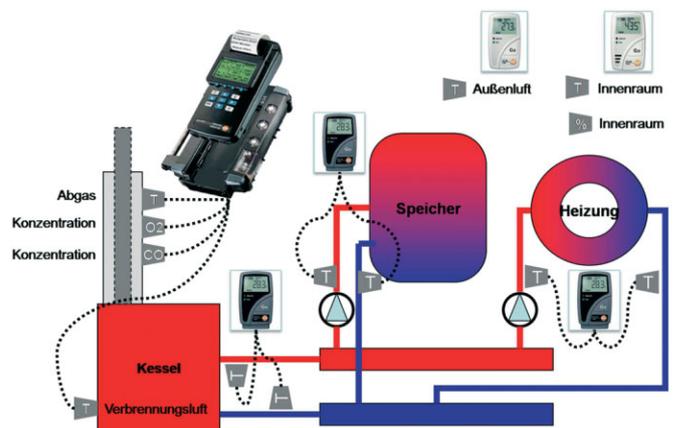


Bild 4. Fühlerschema brennstoffbefeuerte Anlage

Temperaturzyklus im Gebäude. Das Messintervall beträgt 12 sec. Beispielhaft zeigt Bild 4 ein Fühlerschema für eine brennstoffbefeuerte Anlage. Die einzelnen Phasen einer Messung sind:

- manuelle Aufnahme der Daten und Eintragung in das Datenblatt auf Laptop
- Aufnahme und Zeichnen des hydraulischen Systems mittels Zeichenprogramm
- Anlegen der Messfühler und Starten des Messprogramms
- nach 24 Stunden Auslesen der Daten durch Auslesesoftware
- Durchführung der automatischen Basisanalyse
- Interpretation der Ergebnisse und Durchführung der Expertenanalyse

Ergebnis eines „Heizungs-EKG“

Das „Heizungs-EKG“ liefert zunächst eine grafische Darstellung des Betriebsverhaltens der Anlage (Bild 6). Diese Messkurve ermöglicht dem Durchführenden der Messung eine erste Bewertung der Anlage und dient dem Experten als Ausgangsbasis für den Auswertungsprozess. Weiterhin werden mittels der interaktiven Software Berechnungswerte generiert, mit denen der Experte die Anlage einschätzen kann. Im Ergebnis erstellt der Experte eine Optimierungsempfehlung, auf deren Grundlage der Gebäudeigentümer einen Auftrag an ein Planungs- beziehungsweise Fachunternehmen für die technische Umsetzung der Empfehlungen auslöst.

Praxisbeispiele

In den folgenden Beispielen wird gezeigt, wie erst die auf Messwerte gestützte Analyse eine Problemerkennung und damit eine zielführende Optimierung ermöglicht.

Beispiel Wärmeerzeugung

Das Beispiel zeigt das unterschiedliche Betriebsverhalten bei benachbarten baugleichen Gebäuden mit baugleichen Kesselanlagen und etwa identischer Bewohnerstruktur. Beide Anlagen werden durch dieselbe Wartungsfirma betreut. Die Messungen erfolgten gleichzeitig, so dass identische klimatische Verhältnisse vorausgesetzt werden können. Es ist an den grün gezeichneten Kurven für die Abgastemperatur und den rot gezeichneten Kurven für die Vorlauftemperaturen sehr gut erkennbar, dass diese Anlagen mit unterschiedlichem Nutzungsgrad der Wärmeerzeugung arbeiten und die Bewohner mit der rechts dargestellten Anlage höhere Heizkosten haben als die mit der links gezeigten.

Beispiel Wärmeverteilung

Über die Notwendigkeit eines hydraulischen Abgleichs wird wohl niemand diskutieren. Die Praxis zeigt, dass bei der Durchführung von Maßnahmen zur Optimierung einer Anlage oft geklärt werden muss, ob dieser Abgleich zwar realisiert, aber nicht dokumentiert wurde oder überhaupt erforderlich ist. Ebenfalls zeigen die Erfahrungen, dass die Ausführungsqualität bei einem hydraulischen Abgleich sehr differenziert sein kann. Es liegt daher nahe, den Ist- Zustand und den Erfolg der Maßnahme mess-

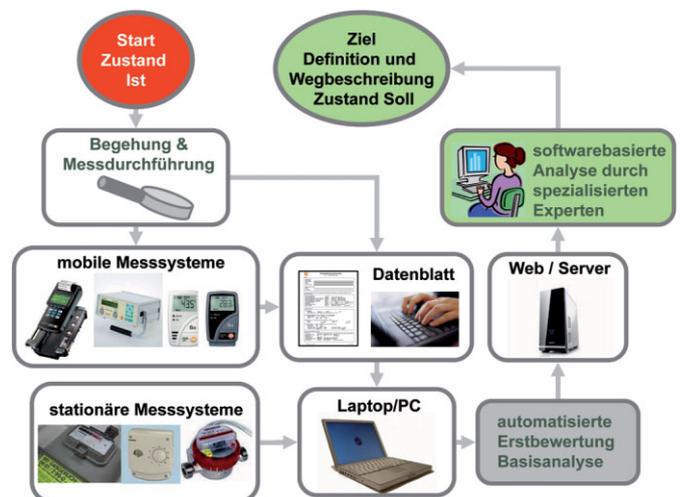


Bild 5. Ablauf Analyse

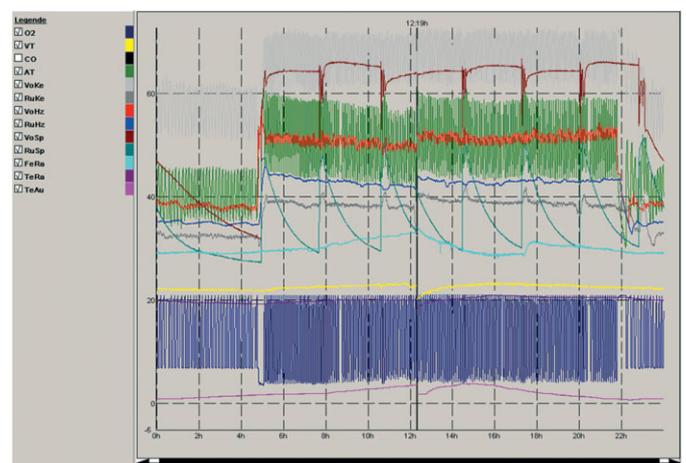


Bild 6. Messkurve über 24 h

technisch zu erfassen und im beiderseitigen Interesse des Auftraggebers und Auftragnehmers zu dokumentieren. Das folgende Beispiel zeigt die Aufnahme eines Ist- Zustandes einer Verteilung zur Klärung einer Unterversorgung. Die angegebenen Temperaturwerte sind Durchschnittswerte einer 24-h-Messung. Es ist deutlich erkennbar, dass die Unterversorgung am Strangende auf einen nicht erfolgten Abgleich zurückzuführen ist.

Beispiel Wärmeübergabe

Ausgangspunkt der Messung war die Beschwerde eines Mieters, dass er zu viel an Heizkosten bezahlt, aber der Raum ständig unterkühlt ist. Dabei stellte er das Thermostatventil immer auf den maximalen Volumenstrom. Ursprünglich wurde eine unzureichende Dämmung des an einer Außenwand liegenden Raumes vermutet. Die messwertbasierte Kontrolle der Übergabestelle Heizkörper zeigte jedoch die Ursache. Die Heizkörperleistung hätte bei Auslegungsspreizung ca. 2200 W betragen müssen. Die Messung zeigte, dass dieser aber nur ca. 1220 W in den Raum abgab. Die Wärmemenge wurde über einen Heizkostenverteiler ermittelt, der auf Grund seiner Positionierung und bei Annahme eines linearen Verlaufs ca. 1750 W errechnete. Damit entstand eine Differenz von tatsächlich abgegebener und registrierter Leistung von ca. 30 %. Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass

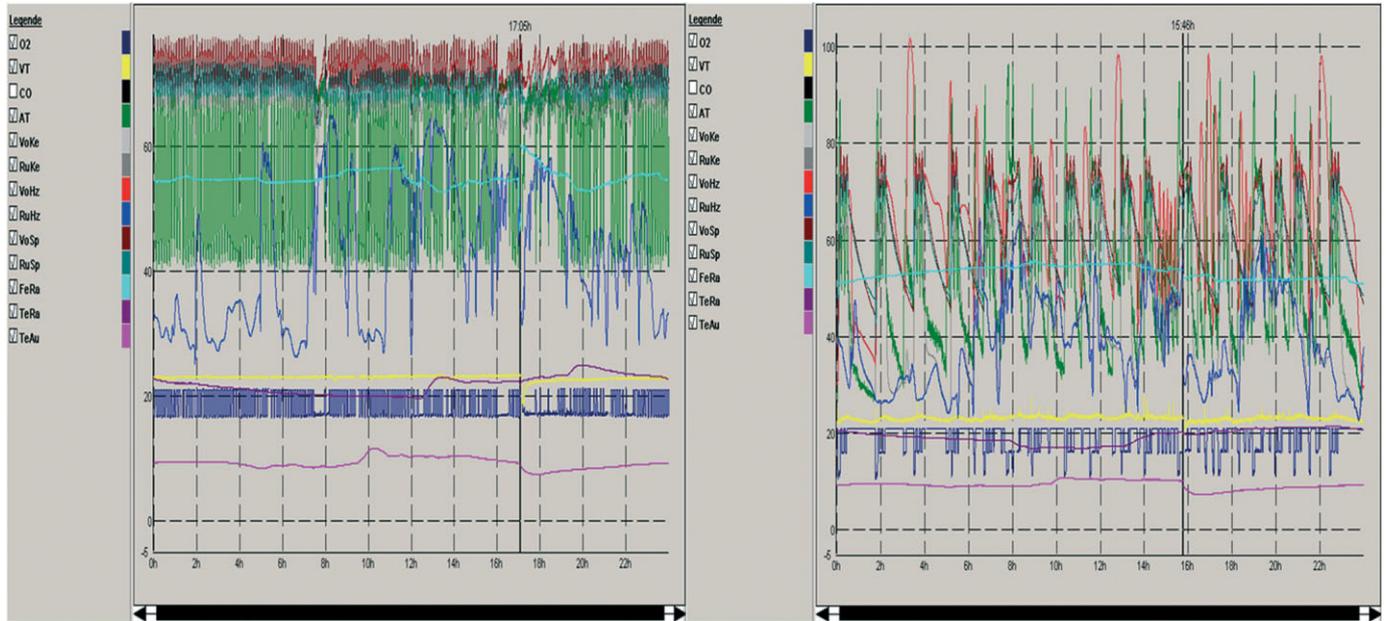


Bild 7. 24-h-Messzyklen der Gebäude Richard-Wagner-Straße 5-7 und 8-10

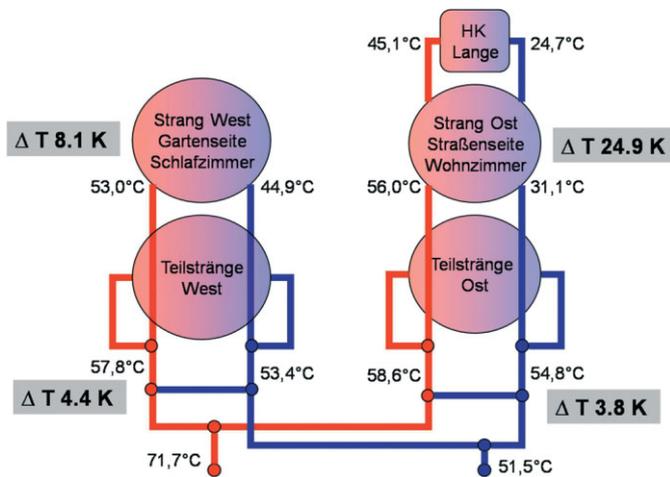


Bild 8. Strangmessung Wohnanlage Salzwedel

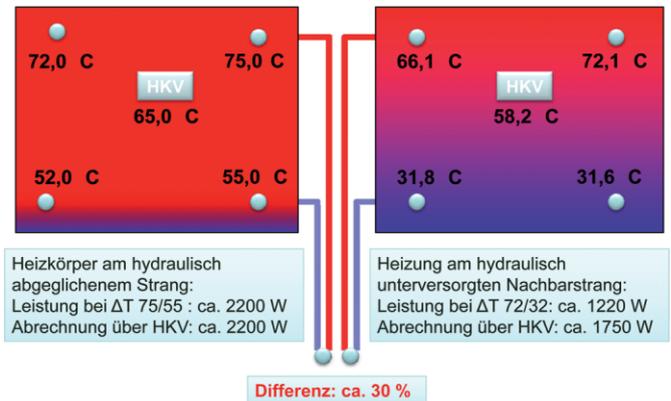


Bild 9. Heizkörper mit Messpunkten

hier keinesfalls der Messdienst einen Fehler gemacht hat, sondern die Ursache allein in der fehlerhaften Fahrweise der Anlage lag.

Beispiel Anschlusswertberechnung auf Basis von Messdaten

Die Vereinbarung eines Anschlusswertes bei Fernwärmanlagen nach einer erfolgten energetischen Sanierung wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Gerade bei sanierten Bestandsgebäuden bieten die für den Neubau entwickelten Berechnungsverfahren keine sichere Entscheidungsgrundlage. So wird die Festlegung des Anschlusswertes zu einer „Verhandlungssache“. Dem Wunsch nach geringen Kosten steht die erforderliche Sicherheit gegen eine Unterversorgung auch bei dem Auftreten von Spitzenlasten in Folge einer Nachtabenkung oder einer parallelen Fahrweise von Heizung Trinkwassererwärmung gegenüber. Es hat sich auch hier gezeigt, dass auf der Datenbasis einer 24-h-Messung der Fernwärmanlage die Spit-

zenlasten sehr gut ermittelt und die erforderliche Anschlussleistung auf der Grundlage der erstellten Gebäudekennlinie vereinbart werden kann.

Optimierung als Qualitätsmanagement (QM)-Prozess

In den bisher durchgeführten Optimierungsprojekten wurden Erfahrungswerte generiert, die als Grundsätze für energieoptimiertes Heizen gelten können. Danach sollte feststehen:

- Die Vermeidung von Energieverschwendung sollte Grundlage der Vereinbarung zwischen Mieter, Vermieter bzw. Eigentümer und Energieversorger sein.
- Eine Anlage sollte mit bestem Nutzungsgrad, geringst möglichen Systemtemperaturen und optimal geregelt betrieben werden.
- Nur optimierte Anlagen ermöglichen eine energetisch sparsame Fahrweise und gerechte Heizkostenabrechnung.

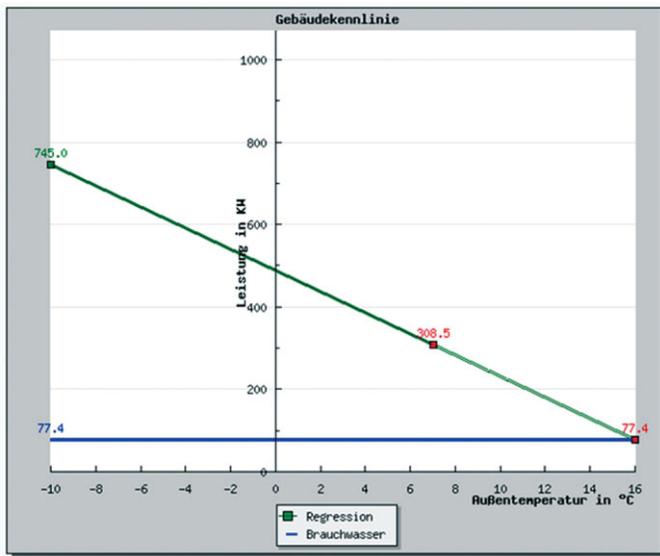


Bild 10. Anschlusswertermittlung

- Die Optimierung der Anlage ist Voraussetzung für weitere Energieeinsparmaßnahmen.
- Der Nutzer beziehungsweise Mieter sollte die Möglichkeit haben, die Einsparpotentiale optimal geregelter Anlagen zu nutzen.

Das Einhalten dieser Grundsätze erfordert aber, nicht bei der Fehlerdetektierung stehen zu bleiben, sondern die Optimierung einer Anlage als Prozess zu verstehen, der unter Qualitätsmanagementkriterien zu führen ist. Bild 11 zeigt, wie die ratiodomo Ing.-GmbH diesen Prozess organisiert hat.

Tendenzen

Umweltschutz, Energiepreisentwicklung und die Schonung der natürlichen Ressourcen erfordern, dass alle Anlagen nach energetisch optimierten Parametern eingestellt sind oder werden und fehlerfrei arbeiten. Erfolgt dies nicht, bleibt es bei einem Mehrverbrauch an Energie in der Größenordnung von durchschnittlich 15% bei ca. 15 Millionen Heizanlagen in Deutschland. Das bedeutet jährlich eine Verbrauchsminderung allein in Deutschland in der Größenordnung von 9 Milliarden kWh/Jahr. Durch die konsequente Anwendung des Heizungs-EKG nach DIN EN 15378 und DIN EN 15900 könnten so jährlich 4 Milliarden € und 22 Milliarden kg klimaschädlicher CO₂-Emissionen eingespart werden. Unter dem Aspekt

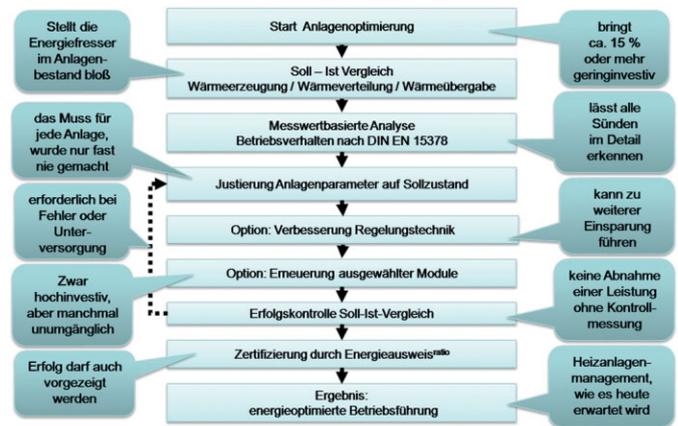


Bild 11. QM-Prozess Optimierung (Bilder: ratiodomo Ing.-GmbH)

der aktuellen Wirtschaftskrise sollten geringinvestive Möglichkeiten daher verstärkt in den Fokus der Einsparmaßnahmen rücken.

Mit der Optimierung dieser Heizungsanlagen würde eine kurzfristige und kostengünstige Energie- und Kosteneinsparung bei Amortisationszeiträumen von 1 Monat bis maximal 2 Jahren mit langfristigem Effekt ermöglicht. Dabei sind die Anlagendaten vollständig zu erfassen und (elektronisch!) zu dokumentieren. Der Datenbestand ist kontinuierlich zu aktualisieren. Wartungsdienst, Hausmeister und Nutzer müssen entsprechend den Anforderungen der energieoptimierten Betriebsführung qualifiziert werden. Es hat eine beständige vollständige Erfassung und Kontrolle der Verbrauchsdaten und der Energieeffizienz zu erfolgen.

Die Perspektive liegt in der kontinuierlichen Überwachung und Steuerung des Anlagenbetriebs durch fest installierte Überwachungs- und Steuerungstechniken. Technologische Neuerungen, gesetzliche Veränderungen, Preisentwicklungen und Nutzererwartungen sind in der Betriebsführung zeitnah zu adaptieren. Ohne Messtechnik im Bauwesen ist das alles nicht möglich.

Weitere Informationen:

ratiodomo Ingenieurgesellschaft mbH,
Träger Energy Technology Award MV,
Dr.-Ing. Martin Donath, Am Rondell 6/Steilküste,
18211 Ostseebad Nienhagen,
Tel. (03 82 03) 8 48 55, Fax (03 82 03) 8 48 56,
post@ratiodomo.de, www.ratiodomo.de,
www.team-ratioenergie.de