
Online - Monitoring zur Sicherstellung energetischer Zielwerte in der Baupraxis

Dipl. Geogr. Rolf Kaßner, Dipl.-Ing. Dipl. Ökologin Monika Wilkens,
Dipl.-Ing. (FH) Wiebke Wenzel, Dipl.-Ing. Jörg Ortjohann

ingenieurbuero ortjohann - Regenerative Energietechnik
Zollstockgürtel 5, D-50969 Köln, Tel.: +49-(0)221-5465701, Fax: +49-(0)221-542827
E-Mail: info@energy-check.de

Kategorie: Vortrag

KURZFASSUNG

Trotz der ambitioniert vorgegebenen Nachweiswerte, zeigen realisierte energiesparende Gebäude in der Praxis meist einen zu hohen Energieverbrauch. Es fehlen auf Verbrauchswerten beruhende Statistiken über die realen Energiekennwerte energiesparender Gebäude. Bauwirkende sind mit den komplexer werdenden Tätigkeiten zunehmend überfordert. In der Folge werden zahlreiche Chancen zur Errichtung wirtschaftlicher und umweltschonender Anlagen vertan.

Die Qualitätssicherung energiesparender Bau- und Sanierungsvorhaben erfordert verbindliche Zielwertvereinbarungen zu energetischen Kennwerten, sorgfältige Planung und Bauüberwachung, Garantieverträge zu Erträgen und Nutzungsgraden, Vorgaben zum Funktionsnachweis und zur erweiterten Inbetriebnahme sowie die Anlagenüberwachung im langjährigen Betrieb. Erst auf dieser Basis werden übergeordnete Klimaschutzziele in konkrete Zielwerte überführt und die geplanten Ergebnisse erzielt. Wesentlich ist die zügige Einführung von umfassenden Qualitätsstandards. Diese müssen wirtschaftlich und praxistauglich sein, um sich im Baualltag durchzusetzen.

Im Beitrag werden Notwendigkeit, Methoden und Nutzen einer umfassenden Qualitätssicherung behandelt. Der Beitrag veranschaulicht anhand von Praxisbeispielen aus dem Bereich erneuerbarer Energien den Einfluß von Qualitätssicherung und Optimierung auf die Betriebsergebnisse und stellt wesentliche Einflußfaktoren vor. Ein Online-Monitoring zur Gesamterfassung von Gebäuden und Anlagen unter Einbeziehung aller wesentlichen regenerativen Energieträger und CO₂-Emissionen wird vorgestellt.

SCHLÜSSELWÖRTER

Qualitätssicherung, Online-Monitoring, Energiekontrolle, Erneuerbare, Energieeffizienz

ENERGETISCHES BAUEN UND SANIEREN: THEORIE UND PRAXIS

Einleitung

Die Energieeinsparverordnung, das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz und die KfW-Förderprogramme bestimmen in hohem Maße den technischen Stand energiesparender Gebäude im Wohnungsbau. Trotz ambitioniert vorgegebener Nachweiswerte zeigen realisierte Gebäude in der Praxis viel zu oft einen zu hohen Energieverbrauch. Daher sind die o.g. Grundlagen, ohne eine Kontrolle der tatsächlichen Verbrauchswerte, für Passiv- und Niedrigenergiehäuser unzureichend.

Forschungsprojekte für großvolumige Gebäude zeigen die mangelnde Aufmerksamkeit zur Verfolgung ambitionierter Planungsziele. Konzepte, die in der Planungsphase als „innovativ“, „ökologisch“, „intelligent“ oder „wegweisend“ etikettiert wurden, interessieren im Betrieb nicht mehr. Gerade die Gebäude mit den umweltfreundlichsten Plaketten zeigen in der Praxis die größten Defizite (Plesser, S. et al 2010).

Das BMVBS (BMVBS 2010) stellt 2010 im europäischen Vergleich der Energieausweispraxis fest, daß in Deutschland, verglichen mit anderen europäischen Nationen, das Niveau der Qualitätssicherung niedrig ist. Bauwirkende sind mit den komplexer werdenden Tätigkeiten zunehmend überfordert. Die notwendige Qualitätssicherung ist nicht verbindlich geregelt.

So zeigt z.B. die OPTIMUS-Studie Optimierungspotentiale für Wohngebäude mittlerer Größe und Komplexität auf. Bundesweit lassen sich danach durch Anlagenoptimierung 4-7 Mio. t CO₂ p.a. einsparen. Insbesondere Gebäude der neuesten Baualtersklasse mit gutem Energiestandard zeigen Defizite in der Hydraulik- und Regelungseinstellung. In dieser Gebäudeklasse spart eine Optimierung der Heizungsanlage durchschnittlich 19 kWh/m²a (Jagnow, K. et al 2006). Der Heizwärmebedarf eines Passivhauses liegt zum Vergleich bei 15 kWh/m²a.

Die unter wirtschaftlichem Aspekt handelnden Entscheider finden unzureichende und zum Teil falsche Informationen zur Abstützung und Rechtfertigung weitreichender Investitionen. Es fehlen auf Verbrauchswerten beruhende Statistiken über die realen Energiekennwerte energiesparender Gebäude.

Für die Errichtung tatsächlich energiesparender Gebäude und Anlagen (Wärme- bzw. Endenergieverbrauch Heizung und Warmwasser 20 - 60 kWh/m²a sowie CO₂-Emissionen < 10 kg/(m²a)) sind belastbare Zielwertvereinbarungen und eine Qualitätssicherung unabdingbar. Notwendig sind verbindliche Vereinbarungen zu energetischen Kennwerten, Garantieverträge zu Erträgen und Nutzungsgraden, Vorgaben zur Inbetriebnahme und Anlagenüberwachung im langjährigen Betrieb.

Erst auf dieser Basis können Ziele definiert und in der Baupraxis umgesetzt werden.

Beispiele aus der Baupraxis

Die im folgenden vorgestellten Beispiele aus der Baupraxis zeigen typische Probleme im Anlagenbetrieb, die erst durch eine regelmäßige Anlagenüberwachung aufgedeckt und behoben werden konnten.

Anlagenausfall Solaranlage: Die zeitnahe Reaktion auf Anlagenausfälle und -störungen, wie z.B. den zu geringen Druck einer Solaranlage, sichert den zuverlässigen und wirtschaftlichen Betrieb. Durch Nachheizung z.B. mittels Gaskessel bleibt ohne wirksame Kontrolle der Anlagenausfall oft monatelang unerkannt. Erhöhte Heizkosten und Verschleiß der Anlage durch Stagnationsbetrieb sind die Folge. So fielen zum Beispiel bei einer 100 m² Solaranlage in drei Sommermonaten Zusatzkosten in Höhe von ca. 1.500 EUR an. Thermischer Streß reduzierte zudem die Lebenszeit der Solaranlage.

Arbeitszahl Wärmepumpe < 1: Durch einen Softwarefehler erfolgte in einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Versorgung von 400 m² Wohnfläche eine ständige Abtauung des Verdampfers. In der Folge lief die Anlage über den elektrischen Heizstab. Zudem erfolgte jede Nacht eine Aufheizung auf 70°C zur Legionellenbekämpfung über den Heizstab. Nach diversen Nachbesserungen erfolgte letztendlich der Austausch der Wärmepumpe. Die Arbeitszahl erhöhte sich ab März 2010 von ca. 0,7 auf ca. 1,5. Durch weitere Maßnahmen kann eine typische Arbeitszahl von 2 -2,5 erreicht werden. Gegenüber dem Sollbetrieb besteht ein Optimierungspotential von ca. 100 – 200 % (1.000 – 2.000 EUR/a).

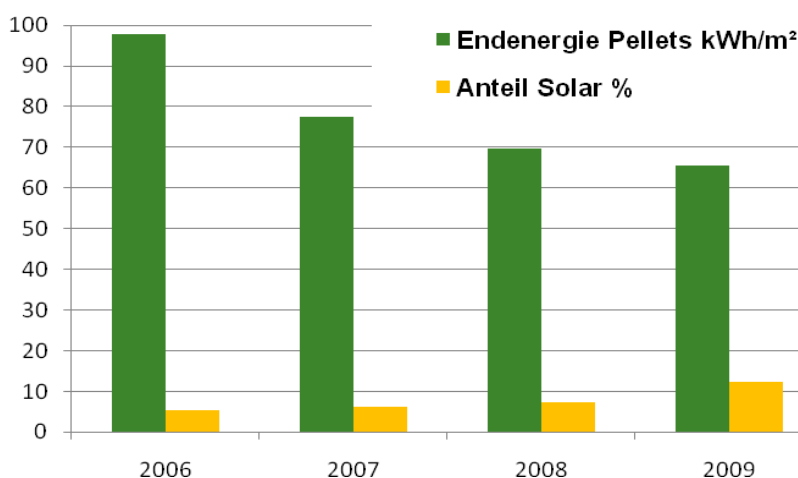


Bild 1: Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebs einer Pellets-Solarbeheizung

Pellets-Solar-Versorgung von 2.500 m² Wohnfläche: Bild 1 zeigt klimabereinigte Endenergieverbrauchswerte (grün) sowie die prozentualen Anteile der Solarthermie (gelb) an der Wärmeversorgung. Durch Wechsel der Wartungsfirma, die nachfolgende Kesseleinstellung und in 2009 abschließende Ertüchtigung der Speicherladung, wurden die Brennstoffkosten bei aktuellem Preisstand um ca. 2.000 EUR/a reduziert. Die Kosten für eine qualifizierte Wartung erhöhten sich gleichzeitig um ca. 500 EUR/a. Grundlage der Nachbesserung war ein solarer Garantievertrag mit Einbezug des Herstellers.

Auswertung realisierter Bauvorhaben

Durch Ingenieurbüro Ortjohann erfolgte in den letzten 10 Jahren eine systematische Nachverfolgung von über 300 energiesparenden Wohngebäuden und Anlagen. Diese umfaßt wohnungswirtschaftliche Anlagenpools mit Niedrigenergiegebäuden und Evaluierungen, wie z.B. der Solarsiedlungen des Landes NRW (Wilkins, M. et al 2007) oder der ca. 30 Generalsanierungen einer städtischen Wohnungsbaugesellschaft (Ortjohann, J. 2008). Bild 2 zeigt Soll-Ist-Werte für einen beispielhaften Passiv- und NEH-Pool sowie für typische Bestandsgebäude (Jagnow, K. et al 2006). Darin werden dem berechneten Endenergiebedarf die tatsächlich gemessenen Verbrauchswerte gegenübergestellt.

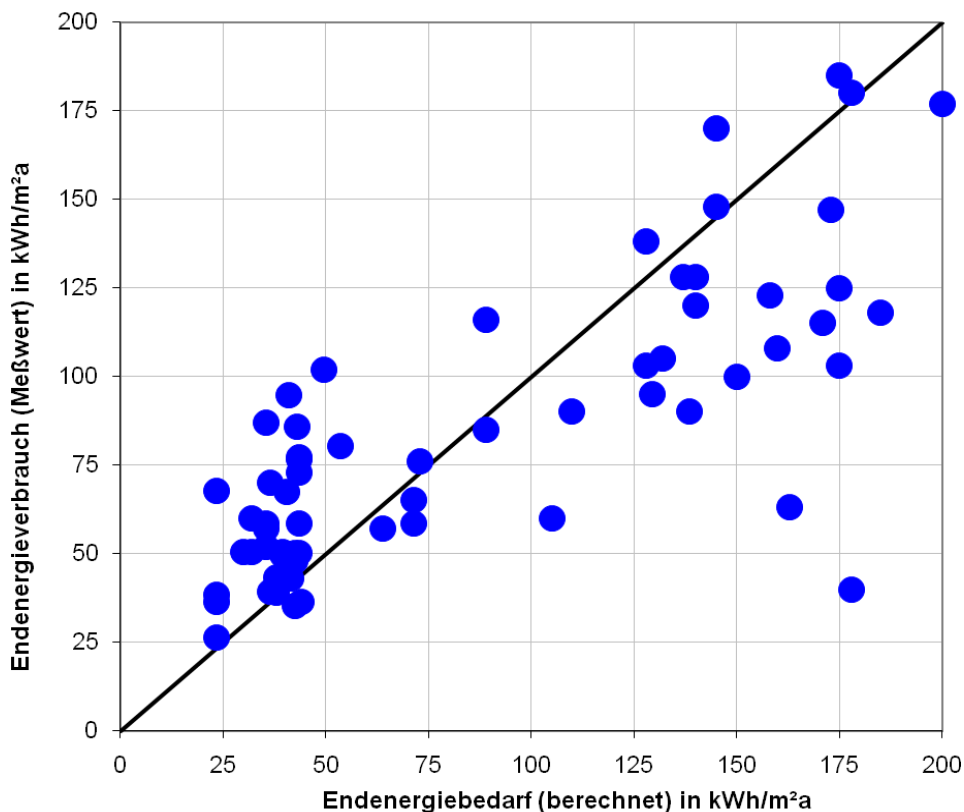


Bild 2: Soll-Ist-Vergleich Endenergie für Heizwärme und Warmwasser

Bild 2 zeigt, daß gerade bei ambitioniert vorgegebenen Nachweiswerten, realisierte energiesparende Gebäude in der Praxis meist einen zu hohen Energieverbrauch aufweisen. Die Sollwerte der dargestellten Passivhäuser sind dabei nach PHPP ermittelt. Analoge Ergebnisse zeigt die Auswertung von realisierten Passivhäusern im CEPHEUS Projekt ohne Qualitätssicherung durch das Passivhaus Institut (Peper, S. 2008).

Die prognostizierten Bedarfswerte werden im Betrieb vielfach nicht erreicht. Effiziente Investitionen in tatsächlich kosten- und umweltschonende Gebäude lassen sich mit den bestehenden Methoden nicht planen, lenken und absichern. Um auch in der Zukunft bezahlbare Nebenkosten zu sichern und die übergeordneten Klimaschutzziele zu erreichen, sind verbesserte Methoden zur Zielwertvereinbarung und Qualitätssicherung notwendig.

ANFORDERUNGEN UND METHODEN DER QUALITÄTSSICHERUNG

Zentrale Forderung aus der Baupraxis ist die Einführung wirtschaftlicher und praxistauglicher Qualitätssicherungs-Werkzeuge. Grundvoraussetzung zur Errichtung von tatsächlicher 2-4 Liter Häuser ist dabei die offene Kommunikation von Problemen und Lösungen sowie die Definition klarer und meßbarer Zielwerte zur Sicherstellung von CO₂-Emissionen < 10 kg/(m²a).

Für die Zukunft werden vermehrt Teams mit definierten Zuständigkeiten notwendig sein. Kommunikation und Teamfähigkeit sowie die Klärung der Kompetenzen mit Abgrenzung der Projektverantwortung sind notwendig. Die Sonderrolle der Architekten als klassisch „Bauverantwortliche“ ist zu berücksichtigen.

Der mittlerweile generierte Datenpool erlaubt zudem erste Schlüsse über wesentliche technische und vertragliche Parameter, um z.B. Optimierungspotentiale von Technologien zu erschließen. Der wesentliche Einfluß verbindlicher Zielwerte ist nachfolgend dargestellt.

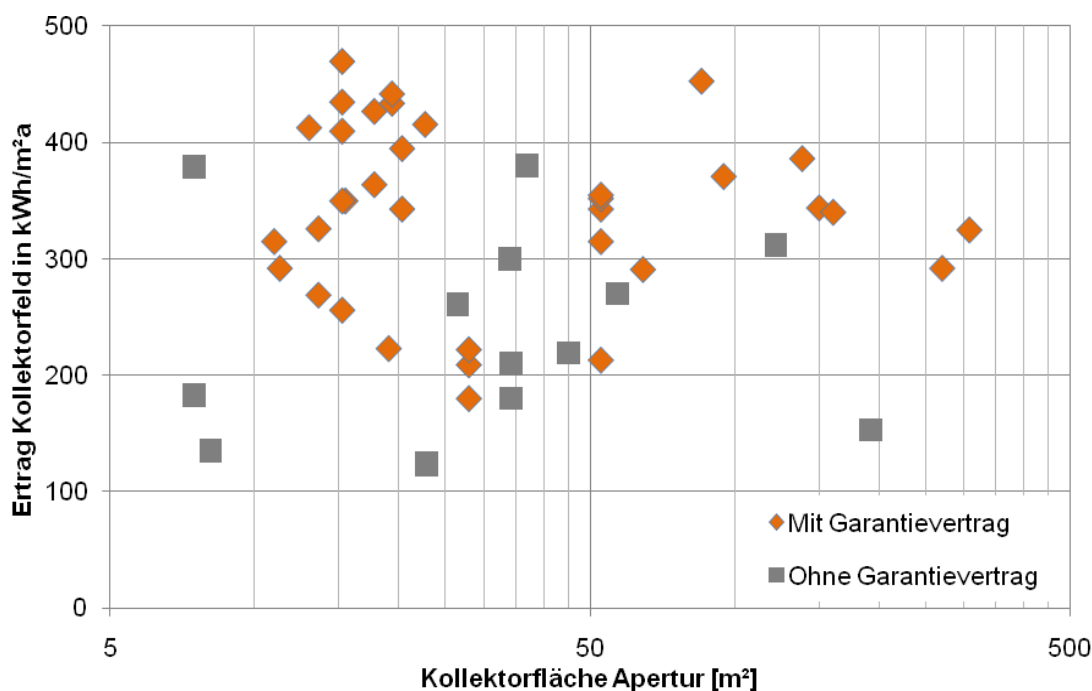


Bild 3: Solarerträge für Anlagen mit und ohne Garantievertrag

Bild 3 zeigt für vergleichbare solarthermische Anlagen mit überwiegender Warmwasserbereitung die flächenspezifischen Kollektorerträge in Abhängigkeit der Kollektorfläche. Für Anlagen ohne Garantievertrag (grau, Quadrat) beträgt der durchschnittliche Ertrag ca. 230 kWh/m²a, für Anlagen mit Garantievertrag (orange, Raute) steigt der durchschnittliche Wert auf ca. 340 kWh/m²a.

Analoge Ergebnisse zeigt die Analyse der Arbeitszahlen von Wärmepumpen. Während die durchschnittliche Performance von Anlagen ohne Qualitätssicherung zwischen 2 und 2,5 liegt, zeigen Anlagen für die ein Garantievertrag abgeschlossen wurde (Grund-Ludwig, P. 2010) bzw. die intensiv in einem Feldtest beobachtet wurden Werte um 3,5.

Bestehende Methoden der Qualitätssicherung

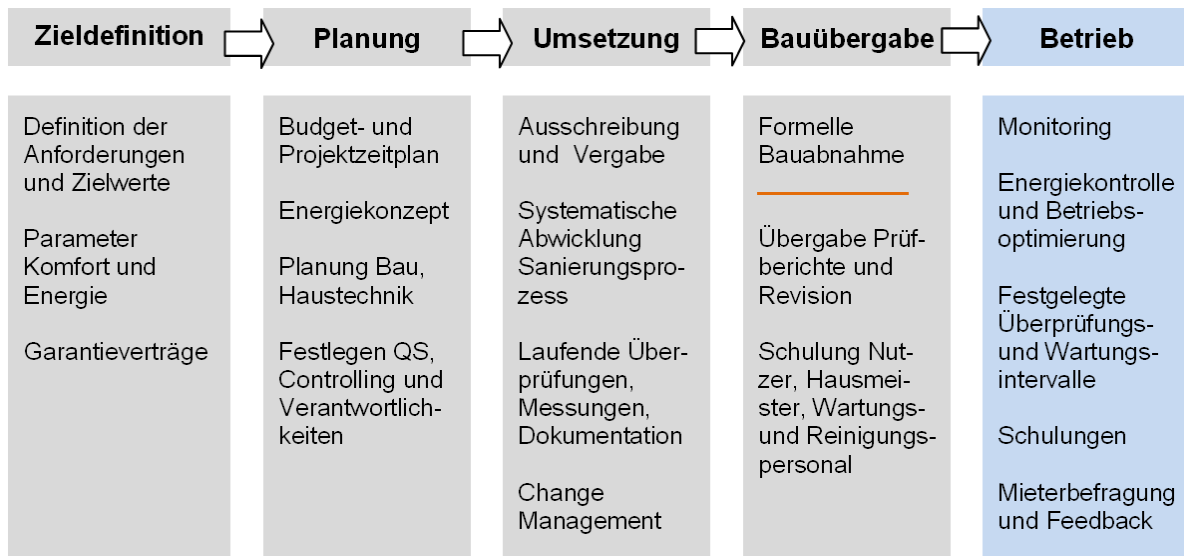


Bild 4: Strukturplan Qualitätssicherung nach SQUARE (Sanierung)

Der Strukturplan ist hier vereinfacht für Neubauten dargestellt. In SQUARE (Knotzer, A. 2009) findet sich ein systematischer Ansatz für die Qualitätssicherung in der Gebäudesanierung. Der Plan in Bild 4 veranschaulicht den Gesamtprozess zur Erstellung von Gebäuden mit geringen Betriebs- und „Gesamtlebenskosten“.

Es existieren in Forschung und Theorie eine Vielzahl von Ansätzen zur Qualitätssicherung:

Allgemeine Standards wie z.B. DIN ISO 9001 und 14001, Energiemanagement und Öko-Audit sowie das DGNB Gütesiegel regeln übergeordnete Abläufe.

Gebäude: z.B. PHI Zertifikat für qualitätsgeprüfte Passivhäuser und Komponenten, RAL Gütezeichen Niedrigenergie-Bauweise und die BINE Checkliste (Plesser, S. et al 2010) für großvolumige Gebäude sowie das DENA Gütesiegel "Effizienzhaus".

Wärmeverteilung: Optimus für Hydraulik (Jagnow, K. et al 2006), VOB-C Einregulierung nach erster Heizperiode

Systeme und Anlagen: D-A-CH Gütezeichen für Wärmepumpen, RAL 966, Solar-Keypmark für solarthermische Anlagen, QM Holzheizwerke für Biomassefeuerungen (Good, J. et al 2004). Der Funktionskontrolle und Ertragsbewertung von Solaranlagen wird aktuell durch die Erarbeitung der VDI Richtlinie 2169 Rechnung getragen.

Ein mehrstufiger meßwertbasierter Ansatz findet z.B. im KENWO Projekt statt (Schmidt, F. et al 2008). Für Wärmeversorgungsanlagen mittlerer Größe und Komplexität ist jedoch ein objektbezogenes modellbasiertes Energiemanagement oft zu aufwendig und aufgrund der betreuungsintensiven Datenmenge nicht handhabbar.

Erforderlich sind Methoden zur Erfassung und zum Vergleich tatsächlicher Verbrauchswerte und deren Rückkopplung in den Bauprozess.

Das Online-Monitoring-Tool energy-check wurde zur systematischen Überwachung und langjährigen Absicherung optimaler Betriebsergebnisse insbesondere für betreute Anlagenpools entwickelt und bietet hier erstmals einen wirtschaftlichen Standard zur Basis-Energiekontrolle und zur Anlagenüberwachung. Wesentliches Kennzeichen ist die Unterstützung der intuitiven Überwachung anhand transparenter Darstellungen.

Anhand einer Systemkategorisierung und eines Kennzahlenmodells für die wesentlichen energetischen Systemparameter ist ein Vergleich und die Einzelbewertung nach Gesamtenergie, CO₂-Emission und Kennwerten der jeweiligen Technologien möglich. Die umfaßt z.B. Bio- und Brennwertkessel, Solaranlagen und Wärmepumpen. Die Vereinbarung realistischer Zielwerte wird z.B. durch Garantieverträge im Downloadbereich unterstützt.

Unterstützung der Qualitätssicherung durch energy-check

Die nachfolgende Checkliste listet wesentliche Faktoren einer zuverlässigen und wirtschaftlichen Qualitätssicherung auf und weist auf Bereiche hin, die durch energy-check unterstützt werden.

- Frühzeitige Festlegung von Zuständigkeiten und Sicherstellung der fachlichen Qualität in Planung, Ausführung und Kontrolle
- Realistische und verbindliche Zielwertvorgaben im Konzept, Unterstützung durch **energy-check**
- Abstimmung der Garantiewerte mit den Herstellern zur vertraglichen Absicherung der Investition (Gewährleistungszeit). Unterstützung durch **energy-check**
- Definition der Leistungen erweiterte Inbetriebnahme, Kontrolle und Wartung
- Definition von Meßstellen (Eichung, Kontrolle und Lage). Unterstützung durch **energy-check**
- Organisation des Reportings und der Zuständigkeiten für die Auslesung. Unterstützung durch **energy-check**
- Information der Nutzer und Betreiber zu Gebäude und Technik
- Festlegung der Langzeitüberwachung mit Soll-Ist-Vergleich, um Anlagenausfälle, Störungen und Probleme schnell zu erkennen und zu beheben. Unterstützung durch **energy-check**

QUANTIFIZIERUNG DES NUTZENS DER QUALITÄTSSICHERUNG

Kosten und Nutzen Online-Monitoring

Für die im bisherigen Datenbankbetrieb überwachten Einzeltechnologien zeigten sich allein für die Anlagentechnik bereits erhebliche Potentiale zur Effizienzsteigerung. Durch Anlagenoptimierung und die Anlagenausfallüberwachung konnte die Effizienz solarthermischer Anlagenpools um bis zu 100 % gesteigert werden. Die vorläufigen Ergebnisse für Wärmepumpenanlagen zeigen eine Potentialsteigerung von ca. 40 % durch Überwachung der Arbeitszahlen. Erste Abschätzungen ergeben für Biomassekessel eine Steigerung der Brennstoffausbeute um ca. 20 – 40 % durch die Überwachung der Nutzungsgrade. (Kaßner et al. 2009).

Aus Bild 2 wird zur Veranschaulichung abgeleitet, daß ein 4-Liter Gebäude ohne umfassende Zielwertvereinbarung und Qualitätssicherung ca. 30 kWh/(m²a) mehr verbraucht als projiziert. Bezüglich der Brennstoffkosten ergibt sich durch die Qualitätssicherung im Jahr 2010 bei angenommenen 65 EUR/MWh eine Entlastung der Mieter um ca. 180 EUR/a für eine 93 m² Wohnung. In einem Mehrfamilienhaus mit 10 Wohneinheiten werden bei aktuellem Stand der Energiekosten jährlich also 1.800 EUR/a eingespart. Die Kosten für das Online-Monitoring energy-check in einem betreuten Pool von 50 Anlagen belaufen sich für eine beispielhafte Anlage mittlerer Komplexität auf einmalig ca. 500 EUR sowie jährlich ca. 200 EUR je Anlage. Die laufenden Kosten entstehen im wesentlichen für unabdingbare fachlich qualifizierte Kontrollarbeiten, welche durch das Online-Monitoring unterstützt werden. Diese Kosten reduzieren sich bei gut geführten Anlagen.

Volkswirtschaftlicher Nutzen und Anwendung

Für den deutschen Wärmesektor wurde der volkswirtschaftliche Nutzen in (Kaßner et al. 2009) dargestellt. Es ergeben sich bei umfassender Qualitätssicherung innerhalb der nächsten 15 Jahre kumulierte Einsparpotentiale von ca. 250 TWh, was 40 Mio tCO₂-Äquivalent bzw. ca. 25 MRD EUR bei aktuellem Energiepreis entspricht. Voraussetzung für die Erschließung dieser Potentiale ist die schnelle Marktdurchdringung durch unabhängige Energiedienstleister. Den Schätzungen gem. (Kaßner et al. 2009) zu Folge sind hierzu in Deutschland ca. 2.000 neue Arbeitsplätze erforderlich.

Qualitätsmanagement bedingt auch bei hohem Automatisierungsgrad eine fachlich qualifizierte Kontrolle. Optimal erfolgt diese in einem – dem Betreuer bekannten – Anlagenpool. Beispiele sind die Poolpflege in einem eigenen Gebäudepool, in einem Kundenstamm oder einer Region.

Um die Anwendung einer Vielzahl von Nutzern zur Verfügung zu stellen und die Daten zu schützen, wird die Online-Datenbank in die Stiftung Energieeffizienz übertragen. Die Stiftung steht qualifizierten Nutzern zur Verfügung. Aktuelle Weiterentwicklungen betreffen z.B. ein integriertes Monitoring und Abrechnungstool insbesondere zur Kontrolle und Abrechnung von Passivhäusern.

LITERATUR

BMVBS (2010) Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.), Beobachtung und Evaluation der Energieausweispraxis im mitteleuropäischen Vergleich. BMVBS-Online-Publikation 02/10.

Good, J. et al (2004), *Schriftenreihe QM Holzheizwerke Band 4, Planungshandbuch erarbeitet von der Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke* (Hrsg.) C.A.R.M.E.N. e.V., Straubing

Grund-Ludwig, P. (2010), *Energieverbrauch soll um mehr als 80 Prozent sinken*, www.enbausa.de, Artikel vom 18.01.2010, Freiburg

Jagnow, K., Wolff, D. (2006); *Abschlussbericht OPTIMUS-Gruppe: Umweltkommunikation in der mittelständischen Wirtschaft am Beispiel der Optimierung von Heizungssystemen durch Information und Qualifikation zur nachhaltigen Nutzung von Energieeinsparpotenzialen. Teil 1 und Teil 2.* Veröffentlicht www.optimus-online.de; Förderung DBU-AZ 18315

Kaßner et al. (2009): Meßwertbasierte Online - Datenbank zur Qualitätssicherung und Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Anlagen unter Einbeziehung erneuerbarer Energien; *Tagungsband ÖKOSAN'09 Weiz*, AEE-Institut für nachhaltige Technologien, A-Gleisdorf, Seite 117-120

Knotzer, A. (2009), Square-Qualitätssicherung in der Gebäudesanierung, AEE – Institut für Nachhaltige Technologien; *Tagungsband ÖKOSAN'09 Weiz*, Seite 113-115

Ortjohann, J. (2008), *Evaluierung 2008 – Energetische Sanierung Wohngebäude der GSG Neuwied mbH*, ingenieurbüro ortjohann, Köln

Peper, S. (2008), Passivhaus-Heizsysteme in der Praxis, *Protokollband Nr. 38*, Passivhaus Institut, Darmstadt, Seite 83-112

Plessner, S., Fisch, N. (2010), Gebäude energieeffizient betreiben Den Anspruch der Planung einlösen, *BINE Themeninfo I/2010*, FIZ Karlsruhe GmbH

Schmidt, F. et al (2008), Entwicklung eines kostengünstigen Energiemanagements für Wohn- und Bürogebäude auf Basis optimierter Energiekonzepte, *Abschlussbericht zum BMWi Vorhaben KENWO*, ennovatis GmbH, Großpörsna

Wilkens, M. et al (2007), Erhebung Energie- und Emissionswerte NRW Solarsiedlungen, *Schlussbericht 2007*, ingenieurbüro ortjohann, Köln