

Verfahren zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades einer Wärmeversorgungsanlage im Rahmen einer Kurzzeitmessung

Professor Thomas Giel, Hochschule Mainz
Professor Dr. Stephan Ruhl, ratioservice AG

WÄRMELIEFERUNGSVERORDNUNG Mit der Mietrechtsnovelle wurde der Übergang von der Eigenversorgung mit Wärme auf eine gewerbliche Wärmelieferung geregelt. Seit in Kraft treten des Mietrechtsänderungsgesetz zum 01.05.2013 ist keine Mieterzustimmung mehr zur gewerblichen Wärmelieferung im Wohnungsbau erforderlich. Der neu eingefügte § 556c BGB ist die gesetzliche Grundlage für die Umstellung auf eine gewerbliche Wärmelieferung bei der Wohnraummiete.

Die am 01.07.2013 in Kraft getretene Wärmelieferungsverordnung WärmeLV regelt dabei Form und Inhalt eines Wärmelieferungsvertrags. Dabei werden insbesondere die Kosten spezifiziert, die als Betriebskosten auf die Mieter umgelegt werden dürfen. Infolge dessen hat zukünftig der Mieter unter bestimmten Voraussetzungen die Kosten der Wärmelieferung als Betriebskosten zu tragen. So muß die Umstellung von Eigenversorgung auf eine gewerbliche Wärmelieferung nicht nur rechtzeitig angekündigt werden, sondern muß für den Mieter auch kostenneutral erfolgen. Betriebskostenneutralität liegt für den Mieter immer dann vor, wenn die Vollkosten der Neuanlage zzgl. Wagnis und Gewinn des Wärmelieferanten die bisherigen Betriebskosten der Altanlage nicht übersteigen.

Der Nachweis der Kostenneutralität erfolgt nach § 10 Abs.1 WärmeLV wie folgt: „Aus dem durchschnittlichen Endenergieverbrauch in einem Abrechnungszeitraum nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 ist durch Multiplikation mit dem Jahresnutzungsgrad (JNG) der bisherigen Heizungs- oder Warmwasseranlage, bestimmt am Übergabepunkt, die bislang durchschnittlich erzielte Wärmemenge zu ermitteln“.

Dem Jahresnutzungsgrad der bisherigen Wärmeversorgungsanlage kommt damit zentrale Bedeutung im Zusammenhang mit dem Nachweis der Kostenneutralität und der damit verbundenen Ermittlung des Wärmelieferungspreises einer Contractinganlage zu. Aus der Differenz zwischen dem Jahresnutzungsgrad der Altanlage und der Neuanlage muss der Wärmelieferant die Investition finanzieren, die Kosten der Betriebsführung decken sowie angemessene Beiträge für Wagnis und Gewinn erwirtschaften.

JAHRESNUTZUNGSGRAD Unter dem Jahresnutzungsgrad wird gemäß DIN 2067 der mittlere Betriebswirkungsgrad einer Wärmeerzeugung über den Zeitraum eines Jahres verstanden.¹ Bei dem Jahresnutzungsgrad handelt es sich um das Verhältnis aus der jährlichen erzeugten Heizwärmemenge für Raumwärme und Warmwassererzeugung (sofern vorhanden) zu der jährlich eingesetzten Brennstoffwärmemenge. Der Jahresnutzungsgrad setzt sich aus dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad, ergänzt um Bereitschafts- und Verteilungsverluste, der Wärmeversorgungsanlage zusammen.

Der feuerungstechnische Wirkungsgrad gibt dabei das Verhältnis an, wie viel der im Brennstoff (Öl, Gas, ...) enthaltenen Energie bzw. Leistung (Feuerungsleistung) an den Abgängen des Wärmeerzeugers als Wärmemenge bzw. Heizleistung (Kesselleistung) abgegeben wird. Der feuerungstechnische Wirkungsgrad nimmt ab, wenn die Einstellung der Verbrennungswerte am Brenner nicht optimal ist bzw. wenn die Abgastemperatur auf Grund der Kesselkonstruktion oder wegen verschmutzter Wärmetauscherflächen im Kessel zu hoch ist. Die Ermittlung des feuerungstechnischen Wirkungsgrades ist nur bei Brennerbetrieb möglich.

Über das Betriebsjahr wechseln - je nach Lastanforderung des zu versorgenden Objektes - Kesselphasen mit und ohne Brennerbetrieb. In der gesamten Betriebs- und Bereitschaftszeit der

¹ Quelle VDI 2067

Kesselanlage, d.h. während der Heizperiode und bei ganzjähriger Warmwasserbereitung mit der Kesselanlage somit auch im Sommer, entstehen zusätzlich Bereitschaftsverluste. Diese resultieren aus der Wärmeabgabe der Kesselanlage über die Kesseloberfläche an den Raum und Auskühlungsverlusten der Kesselanlage selbst. Bereitschaftsverluste sind ebenfalls im Jahresnutzungsgrad zu berücksichtigen. Ergänzt um die Verteilungsverluste aus Raumheizung und/oder der Erzeugung und Bereitstellung von Warmwasser errechnet sich so aus dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad den Jahresnutzungsgrad der Gesamtanlage.

Der Jahresnutzungsgrad der Gesamtanlage hängt von den durch Überdimensionierung bzw. Unterdimensionierung beeinflussten Vollbenutzungsstunden der Wärmeerzeugungsanlage, der Qualität der Wärmedämmung des Wärmeerzeugers, den Wärmeverlusten des Heizungsrohrleitungsnetzes, den Verlusten der Warmwasserbereitung, der Warmwasserbereitstellung, den Regelungseinstellung und dem Nutzerverhalten ab.

Mit Festlegung von Kesselvor- und Kesselrücklauf als Übergabestelle einer Wärmelieferung² bleiben zur Bestimmung des Jahresnutzungsgrades der Wärmeerzeugung nach den Anforderungen gemäß § 10 der WärmeLV die Wärmeverluste des peripheren Rohrleitungsnetzes (Verteilungsverluste) unberücksichtigt.

GESETZLICHER RAHMEN Gemäß § 10 Abs. 2 WärmeLV stehen dem Contractor drei Wege offen um den Jahresnutzungsgrad einer Wärmeerzeugungsanlage zu ermitteln. Sofern die Wärmeerzeugungsanlage über einen Wärmemengenzähler verfügt und damit die erzeugte Wärmemenge des letzten Abrechnungszeitraum bestimmbar ist, kann der Jahresnutzungsgrad auf einfache Weise durch Division der im Abrechnungszeitraum erzeugten Wärmemenge durch die im Abrechnungszeitraum verbrauchte Endenergie berechnet werden.

Sofern keine Wärmemengenzähler an der Wärmeerzeugungsanlage vorhanden sind bzw. kein vollständiges Abrechnungsjahr erfasst wurde besteht die Möglichkeit für den Jahresnutzungsgrad entweder sogenannte anerkannte Pauschalwerte zu verwenden oder den Jahresnutzungsgrad mit Hilfe einer Kurzzeitmessung zu ermitteln.³

Bei den anerkannten Pauschalwerten handelt es sich um die Reziprokwerte der Aufwandskennzahlen aus der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohnungsbestand“ des BMVBS aus dem Jahr 2009.⁴ Kritisch wird bezüglich dieser Werte von den Branchenverbänden angemerkt, dass „keine Erkenntnisse über Jahresnutzungsgrade von bestehenden Wärmeerzeugungsanlagen auf hinreichend breiter empirischer Basis“⁵ vorliegen und die Tabellenwerte eher theoretischer Natur und in der Praxis selten anzutreffen sind.⁶ Unabhängig davon sind die anerkannten Pauschalwerte jedoch nach der Wärmelieferungsverordnung anzuwenden, wenn keine valide Ermittlung mittels Wärmemengenzähler erfolgen kann und eine Kurzzeitmessung nicht durchgeführt wurde.

Konkrete Hinweise bezüglich Zeitraum und Vorgehensweise bei einer Kurzzeitmessung sind der Wärmelieferungsverordnung nicht zu entnehmen. Insbesondere der für eine Kurzzeitmessung maßgebende Messzeitraum wird in der Praxis zwischen den beiden theoretischen Extremfällen „Schonsteinfegermessung“ und „Jahresmessung“ variieren.

KURZZEITMESSUNG Verfahrensgrundlage zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades im Rahmen einer Kurzzeitmessung mit dem ratioservice Anlagen-EKG ist die DIN EN 15378 „Heizsysteme in Gebäuden – Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen“ in der deutschen

² Hier ist i.d.R. die Wärmemengenzähler montiert auf den in der Wärmelieferungsordnung bei der Berechnung des Jahresnutzungsgrad Bezug genommen wird.

³ Vgl. § 10 Abs. 2 WärmeLV.

⁴ Vgl. Jahresnutzungsgrad für Altanlagen gemäß den Regeln des BMVBS vom 30.07.2009.

⁵ Arbeitskreis Anerkannte Pauschalwerte, ESCO Forum im ZVEI, Februar 2014, S. 2.

⁶ Vgl. Arbeitskreis Anerkannte Pauschalwerte, ESCO Forum im ZVEI, Februar 2014, S. 2.

Fassung EN 15378:2007.⁷ Die DIN EN 15378 unterscheidet zwischen einer wiederkehrenden und einer einmaligen Inspektion. Während sich die wiederkehrende Inspektion lediglich auf die energetische Effizienz des Wärmeerzeugers bezieht und dabei die Trinkwasserbereitung unberücksichtigt lässt (vgl. 1. BImSchV sowie KÜO), umfasst die einmalige Inspektion die gesamte Heizungs- und Trinkwassererwärmungsanlage und hat das Ziel das Energieeinsparpotenzial der Anlagentechnik zu ermitteln.

Insbesondere bei dem in der DIN EN 15378 beschriebenen Analyseverfahren⁸ werden konkrete Anforderungen an den Untersuchungszeitraum, die Informationsdichte und die Ergebnisgüte zur Bewertung der energetischen Qualität einer Heizungs- und Trinkwassererwärmungsanlage spezifiziert. Hinsichtlich des Untersuchungszeitraums und der Informationsdichte spricht die Norm von einer „messtechnisch gestützte(n) zeitlich hochauflösende(n) Erfassung des Betriebsverhaltens der Heizungsanlage ohne Eingriff in die Anlage selbst in einem typischen Temperaturzyklus eines Gebäudes von mindestens 24 Stunden“⁹ Als energetisch relevante Größen zur Bestimmung des Nutzungsgrades der Wärmeerzeugung sind nach DIN EN 15378 der Brennwerteffekt, Abstrahlverluste, Abgasverluste, Verluste aus Ventilation und Taktung, sowie Verluste durch Mängel in der Anlagenkonfiguration der Hydraulik und der Regelung zu berücksichtigen.¹⁰ Mit der Kurzzeitmessung auf Grundlage des messwertgestützten mobilen Datenerfassungs- und Auswertesystem „ratioservice Anlagen-EKG“ wurde eine direkte Verfahrensumsetzung des in der DIN EN 15378 beschriebenen „Analyseverfahren“ verwirklicht.

VERFAHRENSABLAUF Der Ablauf des Mess- und Analyseprozesses einer Kurzzeitmessung ist Abbildung 1 zu entnehmen. Ausgehend von einer Daten- und Messwerterfassung vor Ort erfolgt eine Expertensystem gestützte Datenanalyse, die im Rahmen der Anlagendiagnose jederzeit reproduzierbar dokumentiert wird.

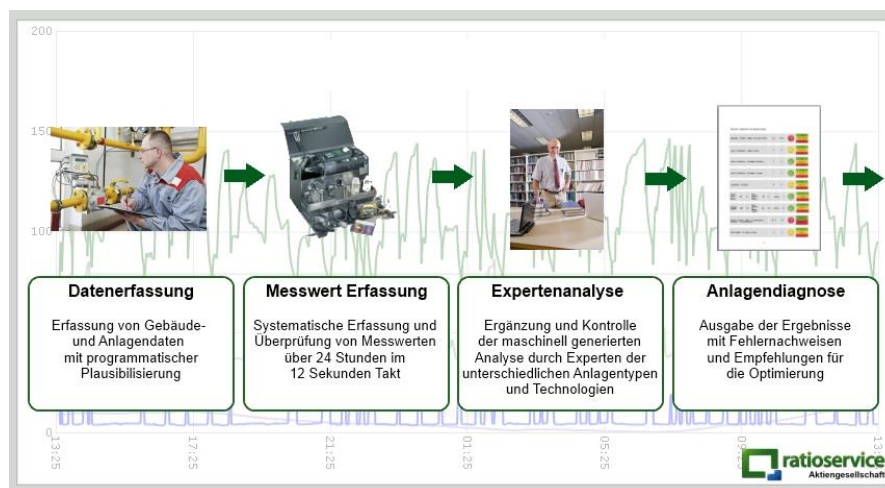


Abbildung 1: Verfahrensablauf des Mess- und Analyseprozesses

Die Messwerterfassung erfolgt mit Hilfe einer mobilen Messeinheit ohne Eingriff in das System. Über einen Messzyklus von 24 Stunden werden im 12-Sekundentakt Abgasparameter des Wärmeerzeugers, Vor- und Rücklauftemperaturen, Außentemperaturen und Raumreferenztemperaturen erfasst. Der Auf- und Abbau der Messtechnik ist von der Anlagenkomplexität abhängig und

⁷ Vgl. DIN EN 15378 „Heizsysteme in Gebäuden – Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen“ in der deutschen Fassung EN 15378:2007.

⁸ Vgl. NA.7.3, DIN EN 15378 „Heizsysteme in Gebäuden – Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen“ in der deutschen Fassung EN 15378:2007.

⁹ Vgl. NA.7.3, S. ?, DIN EN 15378 „Heizsysteme in Gebäuden – Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen“ in der deutschen Fassung EN 15378:2007.

¹⁰ Vgl. NA.7.3, S. ?, DIN EN 15378 „Heizsysteme in Gebäuden – Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen“ in der deutschen Fassung EN 15378:2007.

nimmt bei einer mittleren Anlagengröße ca. 5 Stunden in Anspruch. Die Kurzzeitmessung wird innerhalb der Heizperiode bei Außentemperaturen unterhalb von 6°C durchgeführt. Die Festlegung der Messstellen erfolgt dabei in Abhängigkeit von der Anlagenkomplexität und der Analysezielsetzung. Die Daten werden um Wetterdaten zur Beurteilung des Einflusses der Speichermasse des Gebäudes, der solaren Gewinne und des Windes auf ergänzt.

Abbildung 2 zeigt ein typisches Fühlerschema einer Kurzzeitmessung an einer Wärmeerzeugungsanlage einem Wärmeerzeuger, einem Heizkreis und einer Warmwasserbereitung.

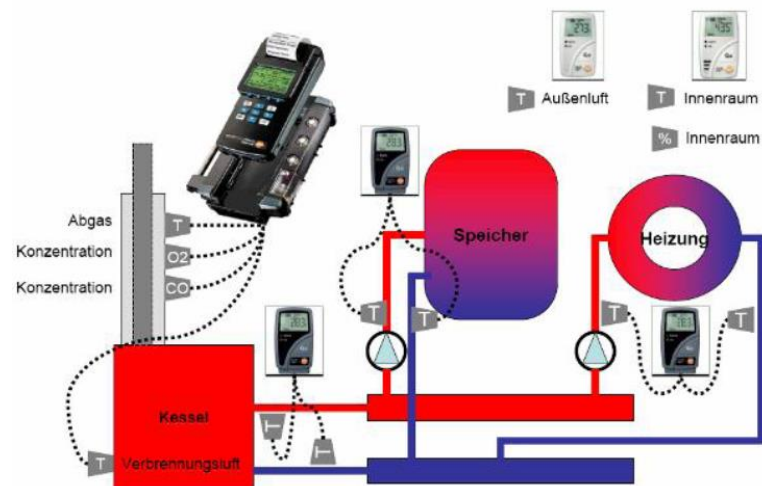


Abbildung 2: Fühlerschema einer Wärmeerzeugungsanlage (neues Bild erstellen)

Mit Hilfe eines interaktiven Expertensystems werden die Messwerte des Wärmeerzeugers im Rahmen der Expertenanalyse hinsichtlich des Taktverhaltens (vgl. Abbildung 3) und erkennbarer Anlagenmängel regelbasiert analysiert und hinsichtlich der daraus resultierenden Energieverluste bewertet.

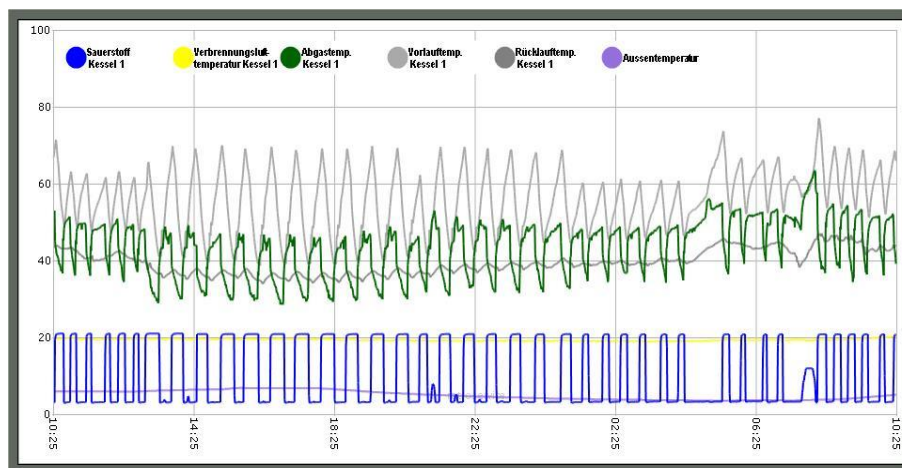


Abbildung 3: Anlagen-EKG einer Kurzzeitmessung

Für alle 7.200 Messintervalle innerhalb des 24-stündigen Messzeitraums wird der Abgasverlust, die Bereitschaftsverluste, die Verluste aus nicht erzieltm Brennwerteffekt, die Verluste aus unvollständiger Verbrennung, die Strahlungs- und Konvektionsverluste, die Vorspülverluste und die Ventilationsverluste berechnet.

Aus den Messwerten ermittelt das Expertensystem die erforderliche reale Heizlast zum Zeitpunkt der Kurzzeitmessung sowie die Heizlast bei Auslegungstemperatur und gibt damit Auskunft über eine Über- bzw. Unterdimensionierung der Wärmeversorgungsanlage was wiederum auf die damit verbundene Kesselauslastung schließen lässt. Über stündliche Wetterdaten des Anlagenstandortes wird die Kesselauslastung der Wärmeversorgungsanlage für das gesamte Jahr simuliert und in einer ungeordneten Jahresdauerkennlinie dargestellt. Durch Abtragen der Kesselleistung über die Betriebsstunden wird eine anlagenspezifische, geordnete Jahresdauerkennlinie erstellt deren Flächeninhalt der erforderlichen Jahresnutzwärme entspricht. Zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades der Wärmeversorgungsanlage wird die erforderliche Jahresnutzwärme zu dem Gradtagzahl bereinigten Endenergieverbrauch des Vorjahres ins Verhältnis gesetzt.

VALIDIERUNG Kurzzeitmessungen zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades kommen nach § 10 WärmeLV immer dann zur Anwendung wenn mangels Wärmemengenzähler oder ausreichender Datenbasis keine valide Ermittlung möglich ist und nicht auf die anerkannten Pauschalwerte zurückgegriffen werden soll. Insofern können – mangels gesetzlicher Berechnungsvorgaben - die im Rahmen von Langzeitmessungen ermittelten Jahresnutzungsgrade als objektiver Bewertungsmaßstab¹¹ für die Validierung eines Verfahrens zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades im Rahmen einer Kurzzeitmessung herangezogen werden.

Eine im Frühjahr 2014 in Kooperation mit dem Verband für Wärmelieferung (VfW) und dem Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW) begonnene Studie hat zum Ziel Jahresnutzungsgrade die mit dem hier vorgestellten Verfahren ermittelt wurden den Jahresnutzungsgraden aus der Langzeitmessungen gegenüber zu stellen.

Im Rahmen der Studie wurden deutschlandweit innerhalb der Heizperiode 2014 insgesamt 29 Kurzzeitmessungen an Kesselanlagen mit einer Gesamtkesselgröße zwischen 58 KW und 1.420 KW durchgeführt. Davon konnten 21 Jahresnutzungsgrade den bereits bekannten Jahresnutzungsgraden aus Langzeitmessungen gegenübergestellt werden.¹²

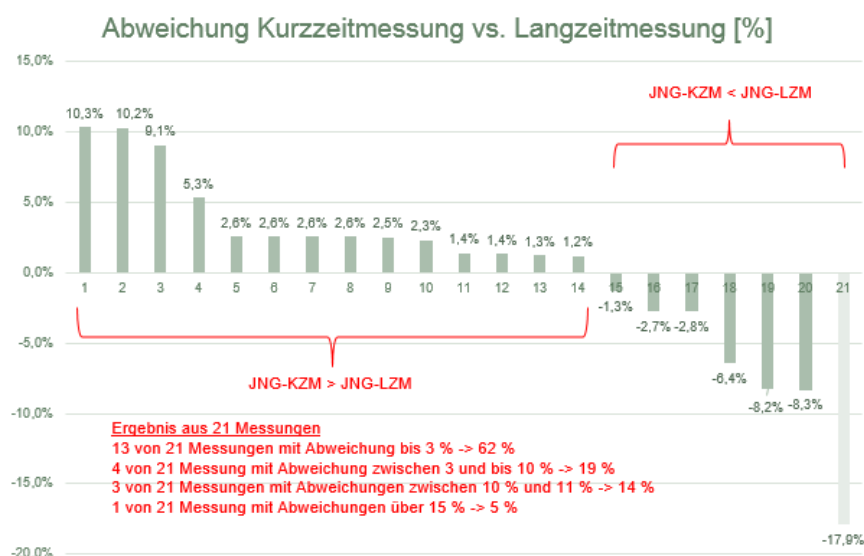


Abbildung 4: Abweichungen der Jahresnutzungsgrade aus Kurzzeitmessungen

¹¹ Anmerkung: Wärmemengenzähler unterliegen jedoch bestimmten zulässigen Eichfehlergrenzen und Verkehrsfehlergrenzen. Eichfehlergrenzen sind die während der Prüfung zulässigen Grenzen, Verkehrsfehlergrenzen die im eingebauten Zustand (Verkehr) zulässigen Grenzen.

¹² In 8 Fällen wurde ein Jahresnutzungsgrad mit einer Kurzzeitmessung ermittelt ohne dass ein Jahresnutzungsgrad vom Anlagenbetreiber als Vergleichswert zur Verfügung gestellt werden konnte.

Die Abweichungen zu den Jahresnutzungsgraden aus Langzeitmessungen liegen in 62 % der Messungen unter 3 %, in 19 % der Fälle lag die Abweichung zwischen 3 und 10 % und damit im Bereich der zulässigen Abweichungen von Wärmemengenzähler. In 14 % der Fälle konnten Abweichungen zwischen 10 % und 11 % ermittelt werden und in einem Fall konnten die Messergebnisse nicht verwertet werden.

Insgesamt zeigen die bisherigen Ergebnisse der Studie dass das vorgestellte Verfahren zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades einer Wärmeversorgungsanlage im Rahmen einer Kurzzeitmessung in einem Messzeitraum von 24 Stunden in Verbindung mit den angewendeten Analysealgorithmen des Auswertungssystems in der Lage ist, eine belastbare Aussage über die Höhe des Jahresnutzungsgrades zu treffen. Die derzeitigen Abweichungen bewegen sich innerhalb der Toleranz stationärer Wärmemengenzähler.

FAZIT Verfahrensgrundlage der Kurzzeitmessung mit dem Anlagen-EKG ist die im Juli 2008 veröffentlichte Norm „Heizungssysteme in Gebäuden – Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen“ in der deutschen Fassung EN 15378:2007.

Zur Validierung der im Rahmen von Kurzzeitmessungen ermittelten Jahresnutzungsgrade wurde im Februar 2014 in Zusammenarbeit mit den beiden Verbänden VfW (Verband für Wärmelieferung) und AGFW (Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.) mit einer Studie begonnen innerhalb der die Ergebnisse aus Kurzzeitmessungen den Werten aus Langzeitmessungen (Wärmemengenzähler) gegenübergestellt werden. Zielsetzung der Studie ist die Anerkennung des Anlagen-EKG als Verfahren zur Bestimmung des Jahresnutzungsgrades im Rahmen einer Kurzzeitmessung. Die ermittelten Abweichungen liegen derzeit im Rahmen der zulässigen Abweichungen von Wärmemengenzählern. Die Studie wird im Winter 2015/2016 fortgesetzt.

Bis zum Abschluss dieser Studie wird darauf verwiesen dass das Verfahren selbst einer gültigen Norm (DIN EN 15378) entspricht, zusammen mit der Hochschule Mainz entwickelt wurde, die Ermittlung und Datenaufbereitung von unabhängigen Stellen geprüft wurde, geeichte Messtechnik zum Einsatz kommt und der Prozess der Datenaufnahme einer ständigen Qualitätskontrolle unterliegt.

Über die im Rahmen der Gutachtenerstellung erstellte Dokumentation der Anlagentechnik und die in der Kurzzeitmessung erfassten Messdaten ist der Informationsgewinnungsprozess der Kurzzeitmessung transparent und jederzeit – auch im nachhinein - für Dritte nachvollzieh- und prüfbar.

Die Kurzzeitmessung mit dem Anlagen-EKG wird deutschlandweit über ein Netz von mittlerweile über 30 Partnerunternehmen angeboten. Es wurde im Rahmen des Innovationspreises 2013 in der Kategorie „Anerkennung innovative Dienstleistung“ durch das Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz ausgezeichnet.