

Mess - und Analysentechnik

BAFA - Energieeffizienzexperte

Dr. Frank Dinger

Entwicklung spezieller Lösungen für die Prozessmesstechnik

Applikationsberatung und technische Untersuchungen

Dr. Frank Dinger Berliner Straße 32 D-34369 Hofgeismar

Energiedienstleistungen und Energiemessungen

TESTBERICHT NR. T 95901 - 01 / 2024

Datum: 29.02.2024

Kunde: EcoTherm 2000 UG Deutschland / Jesberg

Einsatzgebiet: Heizungstechnik

Einsatzbereich: Ölheizung für mittlere und Großkunden

Datum der Messung: 21.02.2024

Anlagenbetreiber / Auftraggeber: Fa. Rüther Bahn- und Bau GmbH Neuental - Zimmersrode Dr. Frank Dinger, Fa. MAT Mess- und Analysentechnik Dr. Dinger

Mess – Ort: Öl - Heizkessel

Testmessung

zur Ermittlung der Erhöhung der Energieeffizienz in einer Öl-Heizungsanlage durch den Heizkesseleinsatz EcoTherm 2000

1. Zielstellung der Messung

Zielstellung der Messung am Öl - Heizkessel der Fa. Rüther Bahn- und Bau GmbH war es, folgende Aussagen bezüglich der Energie - Effizienz zu erhalten und die grundsätzlichen Möglichkeiten von Energieeinsparungen aufzuzeigen:

- A Nachweis des Optimierungs- und Einspareffekt des Heizkesseleinsatzes EcoTherm 2000
- B Nachweis der Möglichkeit, durch den Einsatz von Energieeffizienz Messtechnik die Prozesse der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs transparent zu machen und damit ...
- C weitere konkrete Optimierungspotentiale aufzuzeigen

Dabei war allen Beteiligten bekannt und bewusst, dass die Messung eine *Momentaufnahme* darstellt, deren Ergebnis im allgemeinen nicht ohne weiteres auf die Jahreseinsparung hochgerechnet werden kann.

Das heißt, das Jahres - Ergebnis kann höher oder niedriger sein als das erzielte Momentan - Ergebnis.

In diesem speziellen Fall war dies **nicht** so, da die Bedingungen sehr gleichmäßig waren und die Außentemperatur im Bereich des Mittelwertes der Temperatur über die Jahres - Heizperiode von 220 Tagen lag. **Das heißt, die Ergebnisse können recht gut auf den Jahresdurchschnitt hochgerechnet werden.** Allgemeine Grundlagen, die Beschreibung der Messtechnik sowie die Herangehensweise an die Messung werden nachfolgend im Bericht erläutert.



2. Grundsätzliche Bemerkungen

Allgemeines und grundsätzliches Ziel ist es seit langer Zeit, Ressourcen – vor allem fossile Ressourcen – zur Erzeugung von Energie zu schonen und alternative Methoden zur Energieerzeugung zu finden.

Deshalb arbeitet die Fa. *MAT* bereits seit dem Jahr **2004** an dieser Thematik. Spezialisiert hat sich *MAT* auf die bessere Ausnutzung vorhandener Ressourcen durch die Erhöhung der **Energieeffizienz**, d.h. die Erhöhung des Wirkungsgrades der Energieumwandlungen. Mittel dazu ist der Einsatz einer speziellen und ausgefeilten Energiemesstechnik, mit der nahezu alle Parameter des technischen Prozesses der Energieumwandlungen gemessen werden können. Dadurch werden die Prozesse transparent und es bieten sich Ansatzpunkte für Optimierungen und Einsparungen.

Bereits in den Jahren **2005** bis **2009** wurde eine Reihe von Messungen für die Fa. EcoTherm 2000 durchgeführt. Es ist ein grundsätzliches Problem, die Effekte von Einsparungen genau zu messen und damit Optimierungspotenziale zu quantifizieren. Dieses Problem wurde durch den Einsatz der Energieeffizienzmesstechnik für diesen Einsatzfall gelöst. Eine Zusammenstellung dieser Ergebnisse zeigt **Tabelle 1**:

Testmessungen Energieeffizienz

Einsatz EcoTherm 2000

Messung	Datum	Ort	Heizungs-Typ	Leistung	Baujahr	Öl / Gas	Einsparung
Nr.							%
1	08.04.2004	Burghasungen Test 1	VIESSMANN Vitola Biferral	27 kW	1984	ÖI	-
2	15.09.2004	Blaues Cafe Kassel	BUDERUS			Öl	29,04
3	17.11.2004	Ried / Austria	Hoval SR U 510	330 kW	1996	Gas	20,97
4	21.04.2005	Bad Elster	BUDERUS SB 715	350 kW	1993	Gas	12,01
5	13.10.2005	St. Georgen / Austria	Windhager SNX 555	50 kW	1998	ÖI	17,49
6	14.11.2005	Darmstadt	BUDERUS Logana G 03	50 kW	1984	ÖI	11,52
7	29.12.2005	FH Esslingen	Spezial-Kessel FH	-	-	Öl	-
8	27.02.2006	Schule Attnang / Austria	Fröling FSM R-650	760 kW	1986	Gas	6,64
9	02.03.2006	Dorint Arnsberg	VIESSMANN Poromat Simplex PS 072	720 kW	1998	ÖI	16,49
10	23.03.2006	Martinhagen	BUDERUS SB 315 Brennwert	115 kW	1999	Gas	12,58
11	27.03.2006	Bilstein Ennepetal	VIESSMANN Vitoplex 100	345 kW	2005	Gas	8,73
12	20.04.2006	Rotenburg / Dauermessung	VIESSMANN	24 kW	1983	Öl	-
13	27.04.2006	Bydgoczc / Polen	HOVAL UNO-3	250 kW	2004	Öl	22,63
14	29.11.2006	TESCO Polen	VIESSMANN Vitoples 100	225 kW	2004	Gas	7,98
15	18.12.2006	Sindelfingen	BUDERUS Lollar G 505	365 kW	1990	Gas	12,05
16	17.01.2007	SWA Schwelm	VIESSMANN Vertomat V Brennwert	130 kW	1998	Gas	5,82
			Ohne Brennwert - Technik:	Einsparı	ıng Durc	hschnitt	15,05

 Tabelle 1
 Messergebnisse

Die relativ große Bandbreite der Einsparungen zeigt, welch große Rolle die **Randbedingungen** der Fahrweise der Kessel spielen. Zu diesen Randbedingungen gehören u.a.:

- Pflege und Wartung der Kessel
- Reinigung der Brennkammer
- Einstellung des Brenners und der Düse (regelmäßig wechseln)
- Einstellung der Regler (Zeit- und Temperaturprogramme; Heizkurve)
- Dimensionierung des Kessels

Seit dieser Zeit hat die Fa. *MAT* zahlreiche Energieberatungen mit der Grundlage Energiemessungen vor allen in kleinen und mittleren Unternehmen sowie in Kliniken durchgeführt. Dabei zeigt sich übereinstimmend, dass



durch die Optimierungen auf der Basis detaillierter Messungen Einsparungen von mindestens 10 % möglich sind. Die Ergebnisse und Erfahrungen hat MAT in zahlreichen Veröffentlichungen und Vorträgen publiziert.

Insbesondere in der jüngsten Zeit werden die Auswirkungen des Klimawandels immer drastischer deutlich und der Druck, etwas zu tun, wird immer größer. Dem wurde durch die Bundesregierung durch die Einführung zahlreicher Maßnahmen Rechnung getragen. Insbesondere relevant sind dabei:

Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen (Mittelfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung - EnSimiMaV)

Ausfertigungsdatum: 23.09.2022

Vollzitat:

"Mittelfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung vom 23. September 2022 (BGBI. I S. 1530)"

Darin wird geregelt, dass die Betreiber von Gasheizungsanlagen bis Ende September 2024 einen **Heizungscheck** durchzuführen haben – der zur Erhöhung der Energieeffizienz der Anlage führen sollte.

§ 2 Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung

§ 2

- (1) Der Eigentümer eines Gebäudes, in dem Anlagen zur **Wärmeerzeugung durch Erdgas** genutzt werden, ist verpflichtet, eine **Heizungsprüfung** durchzuführen und die Heizungsanlage des Gebäudes **optimieren** zu lassen. In diesem Rahmen ist zu prüfen, 1. ob die zum Betrieb einer Heizung einstellbaren technischen Parameter für den Betrieb der Anlage zur Wärmeerzeugung hinsichtlich der Energieeffizienz optimiert sind,
- 2. ob die Heizung hydraulisch abzugleichen ist,
- 3. ob effiziente Heizungspumpen im Heizsystem eingesetzt werden oder
- 4. inwieweit Dämmmaßnahmen von Rohrleitungen und Armaturen durchgeführt werden sollten.
- (2) Zur Optimierung einer Anlage zur Wärmeerzeugung nach Absatz 1 Satz 2 Nummer 1 sind unter Berücksichtigung möglicher negativer Auswirkungen auf die Bausubstanz des Gebäudes regelmäßig notwendig:
- 1. die Absenkung der Vorlauftemperatur oder die Optimierung der Heizkurve bei groben Fehleinstellungen,
- 2. die **Aktivierung der Nachtabsenkung, Nachtabschaltung** oder andere, zum Nutzungsprofil sowie zu der Umgebungstemperatur passende Absenkungen oder Abschaltungen der Heizungsanlage und Information des Betreibers, dazu insbesondere zu Sommerabschaltung, Urlaubsabsenkungen, Anwesenheitssteuerungen,
- 3. die **Optimierung des Zirkulationsbetriebs** unter Berücksichtigung geltender Regelungen zum Gesundheitsschutz,
- 4. die **Absenkung der Warmwassertemperaturen** unter Berücksichtigung geltender Regelungen zum Gesundheitsschutz,
- 5. die **Absenkung der Heizgrenztemperatur**, um die Heizperiode und -tage zu verringern.
- (4) Die Heizungsprüfung nach Absatz 1 ist von einer **fachkundigen Person** durchzuführen. Dazu zählen insbesondere:
- 1. Schornsteinfeger,
- 2. Handwerker der Gewerbe Installateur und Heizungsbauer nach Anlage A Nummer 24 der Handwerksordnung sowie Ofen- und Luftheizungsbauer nach Anlage A Nummer 2 der Handwerksordnung oder
- 3. **Energieberater**, die in die **Energieeffizienz Expertenliste** für Förderprogramme des Bundes aufgenommen worden sind.
- Dr. Frank Dinger verfügt seit dem Jahr 2015 über diese Zulassung.

Bemerkungen dazu:

Die Durchführung des Heizungschecks ist keine neue Erfindung – sondern sie liegt bereits seit dem Jahr 2008 als **DIN - Norm** vor – **DIN EN 15378** (siehe Punkt 2 Seite 3 unten)

Unverständlich ist, dass der Heizungscheck verbindlich nur bei Gasheizungen, nicht aber bei Ölheizungen



durchgeführt werden muss. Bei Ölheizungen ist die Notwendigkeit deutlich höher.

Der Heizungscheck muss nach wie vor zwingend durch alle Betreiber von Gasheizungen bis September 2024 durchgeführt werden.

Zweite Maßnahme ist die Verabschiedung der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes:

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (Gebäudeenergiegesetz - GEG)

Ausfertigungsdatum: 08.08.2020

Vollzitat:

"Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das durch Artikel 18a des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237) geändert worden ist"

Bemerkenswert dabei ist, dass sich dieses Gesetz nicht nur auf Heizungen beschränkt (vielfach wird vom "Heizungsgesetz" gesprochen), sondern der Einsatzbereich deutlich weiter gesteckt ist:

Teil 1

Allgemeiner Teil

§ 1 Zweck und Ziel

- (1) Zweck dieses Gesetzes ist ein möglichst sparsamer Einsatz von Energie in Gebäuden einschließlich einer zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom für den Gebäudebetrieb.
- (2) Unter Beachtung des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit soll das Gesetz im Interesse des Klimaschutzes, der Schonung fossiler Ressourcen und der Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten dazu beitragen, die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung sowie eine weitere Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte zu erreichen und eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen.

Weiterhin bemerkenswert ist, dass dieses Gesetz nicht etwa im Jahr **2023** – wie insbesondere in den Medien und von einigen Verbänden suggeriert wird – verabschiedet wurde, sondern bereits im **August 2020**. 2023 wurde es lediglich novelliert und konkretisiert.

Speziell zum "Heizungsverbot" ist folgendes ausgeführt:

Unterabschnitt 4

Nachrüstung bei heizungstechnischen Anlagen; Betriebsverbot für Heizkessel

§ 72 Betriebsverbot für Heizkessel, Ölheizungen

- (1) Eigentümer von Gebäuden dürfen ihre Heizkessel, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff beschickt werden und vor dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben.
- (2) Eigentümer von Gebäuden dürfen ihre Heizkessel, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff beschickt werden und ab dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nach Einbau oder Aufstellung nicht mehr betreiben.
- (3) Die Absätze 1 und 2 sind nicht anzuwenden auf
- 1. Niedertemperatur Heizkessel und Brennwertkessel sowie
- 2. heizungstechnische Anlagen, deren Nennleistung weniger als 4 Kilowatt oder mehr als 400 Kilowatt beträgt.

Bemerkungen dazu:

Da aber Konstanttemperaturkessel nur bis zum Jahr **1985** gebaut wurden und sicherlich nur noch einzelne wenige existieren, ist die gesamte öffentlich geführte Diskussion zum Thema "Heizungsverbot" völlig irrelevant und irrsinnig. Niedertemperatur - Heizkessel und Brennwertkessel können praktisch unbegrenzt weiter betrieben werden! Viele Betreiber dieser Anlagen wurden dadurch völlig unberechtigt verunsichert.



3. Durchführung der Untersuchungen

Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung des Optimierungs - Effektes des Brennkammer - Einsatzes **EcoTherm 2000** in einer Öl - Heizungsanlage. Bei gleicher Geräte - Einstellung wurden über einen Zeitraum von ca. 3,2 Stunden ohne und mit EcoTherm 2000 eine Reihe von Messwerten ermittelt. Die Datenerfassung und die Berechnung der gesamten Energiebilanz erfolgte im **10 Sekunden - Takt**.

Heizungs - Typ: VIESSMANN Vitola - uniferral

Nenn - Wärmeleistung : 35 - 43 kW Baujahr : 1994

Brenner: Hansa Öl- und Gasbrenner

HVS 5.3

Baujahr: 2011

Leistung: 12 – 42 kW

EcoTherm 2000 - Typ: 320 mm / 25 mm

Über den gesamten Mess - Zeitraum von 3,1 Stunden waren die äußeren Bedingungen bei annähernd gleichbleibender Last nahezu konstant. Die Außentemperatur lag bei **10,2° bis 10,7°C**.

Einstellungen Heizungs - Regler

Heizkurve: 1,2

Niveau Heizkurve: 10 (Parallelverschiebung)

Normale Raumtemperatur: 21°C

4. Eingesetzte Messtechnik

Für die Erfassung der Messdaten wurde die Datenerfassungsanlage (DEA) ALMEMO der Fa. Ahlborn Holzkirchen / Deutschland eingesetzt. Sie verfügt über 40 Eingangskanäle, 5 digitale und 2 analoge Ausgangskanäle.



Bild 1 Datenerfassungsanlage ALMEMO

Zur Messung der Temperatur wurden eingesetzt:

•	Heizkreislauf Vorlauf und Rücklauf Oberfläche Kessel	Widerstandsthermometer NTC Widerstandsthermometer NTC	bis 125°C bis 125°C
•	Raumtemperatur	Widerstandsthermometer NTC	bis 125°C
•	Außentemperatur	Widerstandsthermometer NTC	bis 125°C
•	Abgastemperatur	Thermoelement	bis 1300°C
•	Warmwasserspeicher	Thermoelement	bis 1300°C



Zur Messung des Volumendurchflusses Wasser im Heizungskreislauf wurde eingesetzt:

• Ultraschall - clamp - on - Durchflussmesser FLUXUS der Fa. Flexim Berlin / Germany

Zur Messung des Öl - Durchflusses wurde durch MAT ein Aquametro - Ölzähler mit Impulsausgang bereitgestellt.

Zur Berechnung des Abgasverlustes wurde ein Sauerstoffsensor genutzt.

Zur Anzeige und Speicherung der gemessenen und berechneten Werte wurde die Software

MAT Energy der Fa. MAT Hofgeismar genutzt.

5. Bilder Heizungsanlage und Messtechnik

Die Bilder 2 bis 12 zeigen die Anordnung der Messtechnik und den Brennkammereinsatz.



Bild 2 Gesamt - Anordnung Heizung

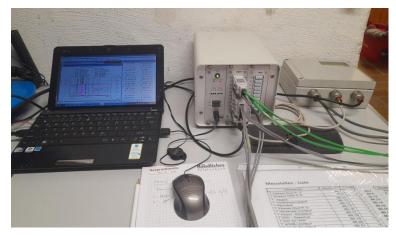


Bild 3 Energie - Rechner und Datenerfassungsanlage

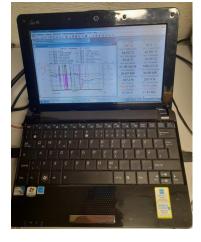


Bild 4 Mess - Rechner mit Software



Bild 5 Ultraschall - Flow - Messung / Elektronik und DEA



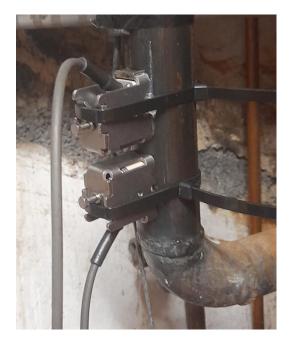


Bild 6 Ultraschall - Flow - Sensoren

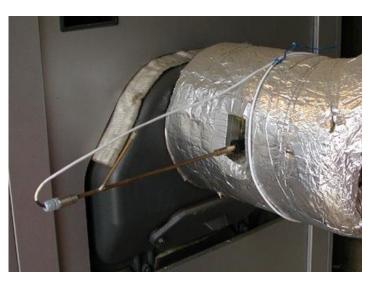


Bild 7 Abgas - Sensor



Bild 8 Öl - Zähler mit Impulsausgang



Bild 9 Brennkammer ohne EcoTherm2000





Bild 10 Einsetzen des Speichers



Bild 11 Brennkammer mit EcoTherm2000



Bild 12 EcoTherm in Betrieb / rotglühend



6. Grundlagen der Messung

Die Messungen wurden entsprechend den Vorgaben der

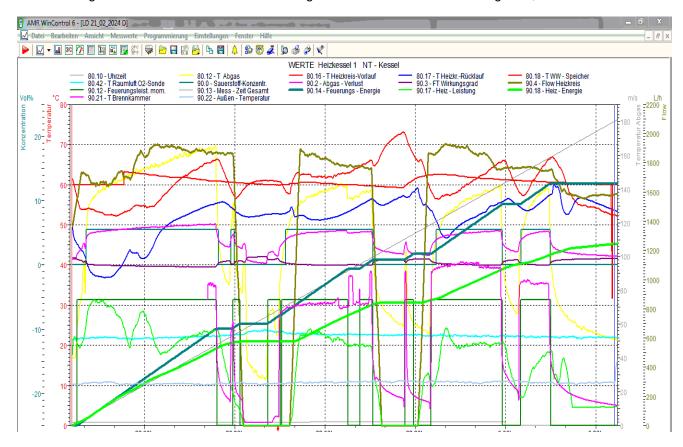
DIN 4702, Teil 8 Ermittlung des Norm - Nutzungsgrades und des Norm - Emissionsfaktors Ausgabe 1990 - 03

DIN 4702 Teil 2 Heizkessel, Regeln für die heiztechnische Prüfung Ausgabe 1990 - 03

durchgeführt. Die Messtechnik wurde dahingehend modifiziert, dass anstelle der geeichten Inline-Temperatursensoren Oberflächensensoren Typ NTC eingesetzt wurden. Die absolute Genauigkeit der Temperaturmessung beträgt 0,1 K. Da sowohl an der Vorlauf- als an der Rücklaufleitung mit der gleichen Installation und deshalb mit dem gleichen Fehler gearbeitet wurde, ist die gemessene Temperaturdifferenz zwischen beiden Messstellen sehr genau und beträgt maximal 0,2 K. Anstelle der geeichten Wasserzähler oder induktiven Durchflussmesser für das Volumen Wasser im Heizkreislauf wurde eine Ultraschall - clamp on - Durchflussmessung eingesetzt, deren Genauigkeit in einer ähnlichen Größenordnung liegt. Das heißt die Genauigkeit der eingesetzten mobilen Messtechnik liegt nur unwesentlich unter derjenigen der laut DIN 4702 geforderten Genauigkeit.

7. Ergebnisse

Grafik 1 zeigt zunächst die Messwerte über den gesamten Zeitraum der Messung - 3,1 Stunden:



Grafik 1 Messwerte über den gesamten Mess - Zeitraum

Die zugehörigen Werte zeigt **Tabelle 2**, wobei die Cursoren (links rot, rechts blau), denen die Werte zugeordnet werden können, am linken und rechten Grafikrand liegen.



Messstelle	lle Linker Cursor		Rechter Cursor		Differenz		Maximum		Mittelwert	
	40,3	°C	51,3	°C	11	°C	165,9	°C	110,112	°C
80.16 - T Heizkreis-Vorlauf	61,46	°C	52,38	°C	-9,08	°C	73,05	°C	60,495	°C
80.17 - T HeizkrRücklauf	50,35	°C	53,55	°C	3,2	°C	60,57	°C	51,664	°C
80.18 - T WW - Speicher	60	°C	60	°C	0	°C	63,2	°C	60,742	°C
80.42 - T Raumluft O2-Sonde	21,35	°C	21,97	°C	0,62	°C	23,88	°C	22,317	°C
90.0 - Sauerstoff-Konzentr.	0	%	0	%	0	%	5,52	%	3,237	%
90.2 - Abgas - Verlust	0,9	%	1,36	%	0,46	%	6,38	%	3,922	%
90.3 - FT Wirkungsgrad	99,1	%	98,64	%	-0,46	%	99,78	%	96,078	%
90.4 - Flow Heizkreis	1362,3	L/h	1583,59	L/h	221,29	L/h	1931,82	L/h	1441,33	L/h
90.12 - Feuerungsleist. mom.	0	kW	0	kW	0	kW	31,27	kW	20,075	kW
90.13 - Mess - Zeit Gesamt	0	min	180	min	180	min	180	min	89,997	min
90.14 - Feuerungs - Energie	0	kWh	60,2808	kWh	60,2808	kWh	60,2808	kWh	35,1216	kWh
90.17 - Heiz - Leistung	17,6	kW	4,6	kW	-13	kW	31,36	kW	15,055	kW
90.18 - Heiz - Energie	0,04889	kWh	45,2079	kWh	45,159	kWh	45,2079	kWh	26,0641	kWh
90.21 - T Brennkammer		°C	139,9	°C		°C	1122,2	°C	582,17	°C
90.22 - Außen - Temperatur	10,21	°C	10,56	°C	0,35	°C	11,24	°C	10,633	°C

Tabelle 2 Zu den Cursoren gehörige Werte

Die Außentemperatur lag zwischen 10,2° und 10,6°C bei einem Mittelwert von 10,5°C und bot damit ideale Voraussetzungen für die Messung.

Im ersten Schritt – bis zur Mess - Zeit von 52 Minuten, wurde bei der normalen Fahrweise der Heizungsanlage der Ist - Zustand vor der Optimierung ermittelt. Aus den gemessenen Werten Temperatur, Öldurchfluss und Wasserdurchfluss wurden unter Einbeziehung der bekannten Tabellenwerte Dichte des Heizöles, Dichte von Wasser und spezifische Wärme von Wasser folgende Werte berechnet:

- Kessel Leistung in kW
- Wirkungsgrad (Kesselwirkungsgrad !) in %
- Abgasverlust in %
- Feuerungstechnischer Wirkungsgrad (Güte der Verbrennung) in %
- Feuerungsleistung in kW
- Feuerungsenergie in kWh
- Heizleistung in kW
- Heizenergie in kWh
- Wirkungsgrad (Kesselwirkungsgrad!) in %

Da der Heizkesseleinsatz eine **relative** Einsparung ermöglicht – d.h. bei gleicher Wärmeproduktion wird weniger Heizöl eingesetzt – ist der **spezifische Ölverbrauch** die **entscheidende Größe**.

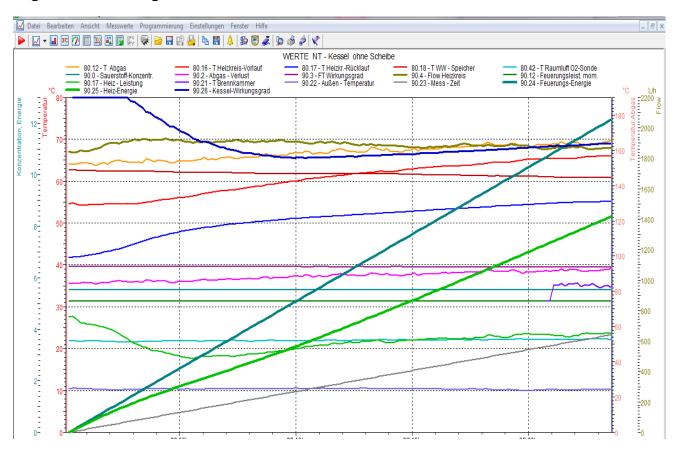
In der Bildschirm - Darstellung der Software MAT Energy werden angezeigt:

- In den digitalen Fenstern werden die Messwerte bzw. die berechneten Werte dargestellt.
- Das Liniendiagramm zeigt alle Werte in Abhängigkeit von der Zeit. Die Ergebnisse ohne / mit EcoTherm liegen nacheinander vor.

Die Kenndaten des eingesetzten Heizöles werden wie folgt angegeben: Brennwert: 10,6 kWh / Liter Der Brennwert ist notwendig, um die zugeführte Energie (Feuerungswärme) zu berechnen.



Ergebnis Messung ohne EcoTherm2000



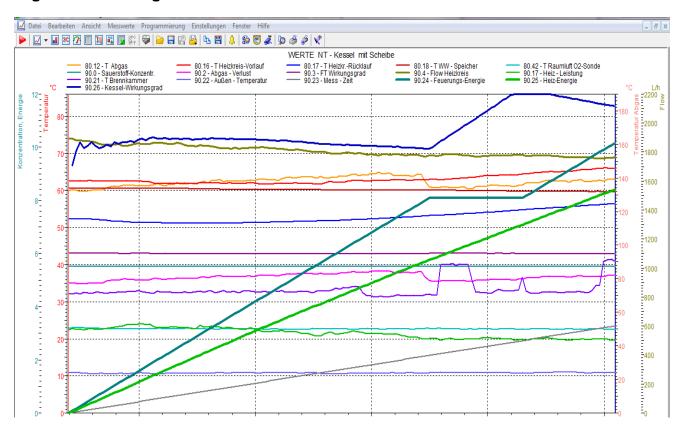
Grafik 2 Messergebnis ohne EcoTherm

Die zugehörigen Daten zeigt **Tabelle 3**, wobei die beiden Cursoren wiederum am linken und rechten Grafikrand stehen:

Messstelle	Linker Cursor		Rechter Cursor		Differenz		Maximum		Mittelwert	
Zeit	20.02.2024,	22:00:	20.02.2024, 2	20.02.2024, 22:23:		00:23:26				
80.12 - T Abgas	152	°C	165,9	°C	13,9	°C	164,8	°C	158,602	°C
80.16 - T Heizkreis-Vorlauf	54,59	°C	66,08	°C	11,49	°C	66,04	°C	60,551	°C
80.17 - T HeizkrRücklauf	41,72	°C	55,21	°C	13,49	°C	55,17	°C	50,709	°C
	62,6	°C	60,8	°C	-1,8	°C	62,6	°C	61,701	°C
80.42 - T Raumluft O2-Sonde	21,79	°C	22,12	°C	0,33	°C	22,3	°C	21,961	°C
90.0 - Sauerstoff-Konzentr.	5,52	%	5,52	%	0	%	5,52	%	5,52	%
90.2 - Abgas - Verlust	5,78	%	6,38	%	0,6	%	6,33	%	6,065	%
90.3 - FT Wirkungsgrad	94,22	%	93,62	%	-0,6	%	94,24	%	93,935	%
90.4 - Flow Heizkreis	1842,76	L/h	1866,16	L/h	23,4	L/h	1928,22	L/h	1891,25	L/h
90.12 - Feuerungsleist. mom.	31,27	kW	31,27	kW	0	kW	31,27	kW	31,27	kW
90.17 - Heiz - Leistung	27,58	kW	23,59	kW	-3,99	kW	27,74	kW	21,623	kW
90.21 - T Brennkammer		°C	947,7	°C		°C	983,1	°C	955,618	°C
90.22 - Außen - Temperatur	10,42	°C	10,32	°C	-0,1	°C	10,51	°C	10,333	°C
90.23 - Mess - Zeit	0	Min	23,34	Min	23,34	Min	23,17	Min	11,587	Min
90.24 - Feuerungs-Energie	-0	kWh	12,16	kWh	12,16	kWh	12,07	kWh	6,035	kWh
90.25 - Heiz-Energie	-0	kWh	8,39	kWh	8,39	kWh	8,33	kWh	4,09	kWh
90.26 - Kessel-Wirkungsgrad	87,5	%	69	%	-18,5	%	88,24	%	69,795	%



Ergebnis Messung mit EcoTherm2000



Grafik 3 Messergebnis mit EcoTherm

Die zugehörigen Daten zeigt **Tabelle 4**, wobei die beiden Cursoren am linken und rechten Grafikrand stehen:

Messstelle	Linker Cursor		Rechter Cursor		Differenz		Maximum		Mittelwert	
Zeit	20.02.2024, 2	2:51:	20.02.2024, 23	20.02.2024, 23:15:2		:2 00:23:30				
80.12 - T Abgas	132,4	°C	139,5	°C	7,1	°C	143,3	°C	137,623	°C
80.16 - T Heizkreis-Vorlauf	62,42	°C	66	°C	3,58	°C	66,09	°C	62,989	°C
80.17 - T HeizkrRücklauf	52,24	°C	56,45	°C	4,21	°C	56,4	°C	52,775	°C
80.18 - T WW - Speicher	60,5	°C	59,6	°C	-0,9	°C	60,6	°C	60,126	°C
80.42 - T Raumluft O2-Sonde	22,8	°C	22,66	°C	-0,14	°C	23,05	°C	22,679	°C
90.0 - Sauerstoff-Konzentr.	5,52	%	5,52	%	0	%	5,52	%	5,52	%
90.2 - Abgas - Verlust	4,88	%	5,2	%	0,32	%	5,36	%	5,113	%
90.3 - FT Wirkungsgrad	95,12	%	94,8	%	-0,32	%	95,15	%	94,887	%
90.4 - Flow Heizkreis	1892,58	L/h	1763,54	L/h	-129,04	L/h	1891,78	L/h	1807,15	L/h
90.17 - Heiz - Leistung	22,41	kW	19,59	kW	-2,82	kW	24,09	kW	21,482	kW
90.21 - T Brennkammer	821,4	°C	1044,2	°C	222,8	°C	1061,9	°C	850,136	°C
90.22 - Außen - Temperatur	10,8	°C	10,93	°C	0,13	°C	11	°C	10,77	°C
90.23 - Mess - Zeit	0	Min	23,5	Min	23,5	Min	23,33	Min	11,75	Min
90.24 - Feuerungs-Energie	0	kWh	10,16	kWh	10,16	kWh	10,08	kWh	5,596	kWh
90.25 - Heiz-Energie	-0	kWh	8,41	kWh	8,41	kWh	8,35	kWh	4,349	kWh
90.26 - Kessel-Wirkungsgrad	66,67	%	82,78	%	16,11	%	87,62	%	76,038	%



Die entscheidende Größe ist der Kessel - Wirkungsgrad = physikalischer Wirkungsgrad (Messstelle 90.26).

Er beträgt bei der Messung ohne den Wärmespeicher 69,0 % und bei der Messung mit dem Wärmespeicher 82,8 %.

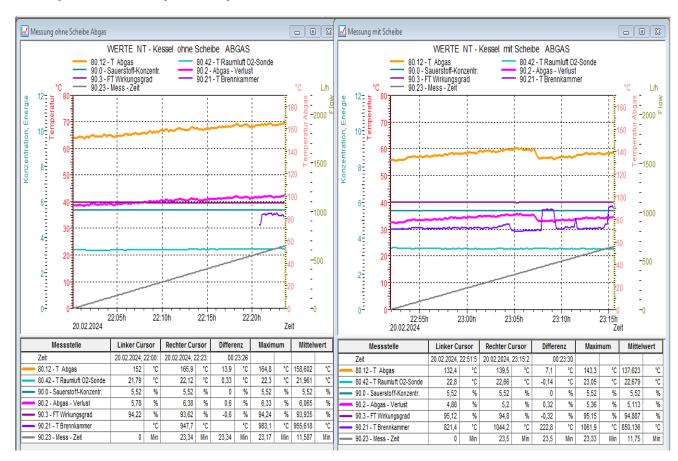
Das entspricht einer relativen Einsparung von

16,7 %

Diese Ergebnis wird bestätigt, wenn man folgende Größen ohne und mit Speicher im Detail vergleicht:

- Abgas Temperatur
- Abgas Verlust (berechnet mit der Siegertschen Formel)
- Feuerungstechnischer Wirkungsgrad
- Brennkammer Temperatur

Das Ergebnis dieses Vergleichs zeigt Grafik 4:



Grafik 4 Vergleich ohne und mit Speicher

- Die durchschnittliche Abgas Temperatur sinkt von 158,6°C auf 137,6°C
- Der durchschnittliche Abgas Verlust sinkt von 6,07 % auf 5,11 %
- Der durchschnittliche Feuerungstechnische Wirkungsgrad steigt von 93,9 % auf 94,9 %
- Die durchschnittliche Brennkammer Temperatur sinkt von 956 °C auf 850°C



Eine Bemerkung zum Feuerungstechnische Wirkungsgrad:

Im Gegensatz zum Kessel - Wirkungsgrad (physikalischer Wirkungsgrad) liefert er lediglich eine Aussage über die **Güte der Verbrennung**. Er hat auch mit dem tatsächlich auftretenden Wärmeverlust über das Abgas nichts zu tun.

Letzterer kann selbstverständlich auch berechnet werden. Dafür sind folgende Messgrößen bzw. Tabellenwerte notwendig:

- Temperatur Verbrennungsluft (Raumluft)
- Temperatur Abgas
- Abgas Strömung
- Dichte der Luft bei der Messtemperatur
- Spezifische Wärme der Luft bei der Messtemperatur

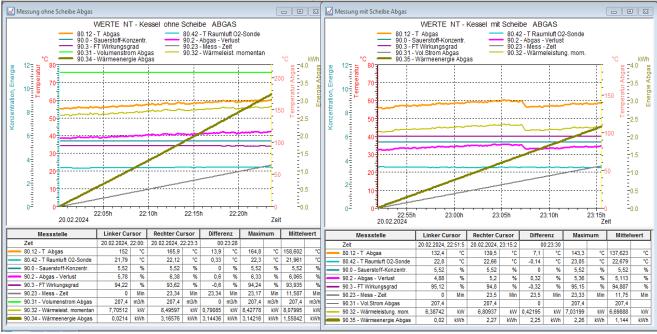
Die Abgas - Strömung wurde ebenfalls gemessen, mittels **Staurohr - Transmitter.** Er ist im Gegensatz zu einem Thermoanemometer für niedrige bis hohe Strömungsgeschwindigkeiten und Temperaturen bis 600°C, optional bis 1000°C geeignet.

Diese Geräte werden vorrangig zur Messung an Abgasen / Gasen höherer Temperatur eingesetzt.



Bild 13 Staurohr - Transmitter für ALMEMO

Die Abgas - Strömung betrug konstant 3,2 m/s. Mit diesen Größen wurde die tatsächliche Wärmemenge im Abgas berechnet. Das Ergebnis im Vergleich ohne und mit Scheibe zeigt **Grafik 5**:



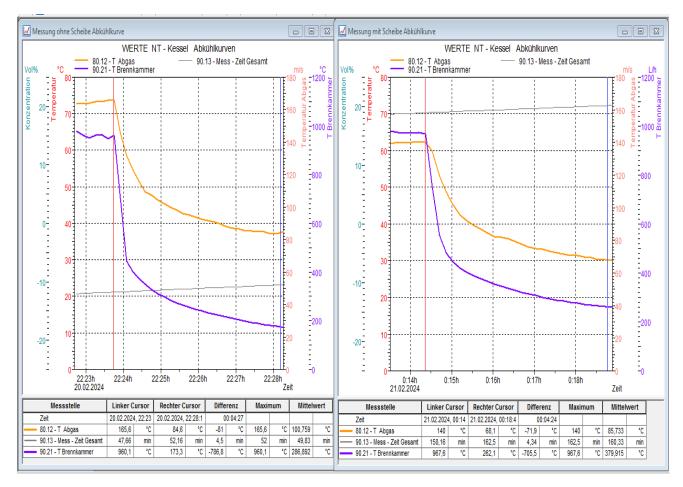


Die Wärmeenergie im Abgas beträgt:

	ohne Scheibe	mit Scheibe
Energie im Abgas	3,17 kWh	2,27 kWh
Feuerungsenergie Gesamt	12,16 kWh	10,16 kWh
Anteil %	26,1 %	22,3 %
Senkung um		14,6 %

Auch dieses Ergebnis bestätigt sehr gut die berechnete Einsparung.

Besonders deutlich wird die Speicherwirkung der Scheibe mit der Darstellung der **Abkühlkurven** nach Ausschalten des Brenners. **Grafik 6** zeigt den Vergleich ohne und mit Scheibe:



Grafik 6 Abkühlkurven

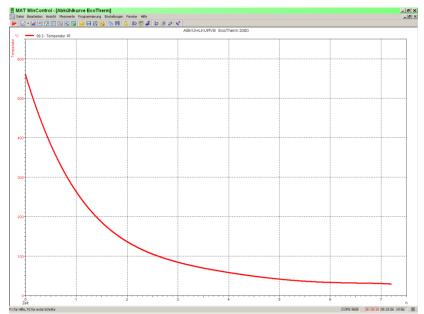
Ohne Scheibe sinkt die Abgastemperatur innerhalb von 4,5 Minuten um 81 K und mit Scheibe um 68 K.

Ohne Scheibe sinkt die Brennkammertemperatur innerhalb von 4,5 Minuten um **787 K** auf **173°C** und mit Scheibe um **705 K**. auf **262°C**.

Das führt zur Verlängerung der **Pausenzeiten** zwischen den Brennzyklen, zur Herabsetzung der Brennertakte pro Zeiteinheit und damit zu **Öleinsparungen**. Auch dieses Ergebnis bestätigt die bisherigen Fakten.



Bereits in einer früheren Messung wurde die **Abkühlkurve des Brennkammereinsatzes** EcoTherm2000 außerhalb der Brennkammer gemessen. Eingesetzt wurde dafür ein Infrarot - Thermometer. Nachfolgend werden die Messanordnung sowie das Ergebnis dargestellt:



Grafik 7

Temperatur	Zeit
°C	Stunden
560	0,00
500	0,15
400	0,44
300	0,82
200	1,39
100	2,60
30	7,02



Bild 14

Oberflächenverluste und Transmissionsverluste

Zur Vervollständigung der Messung wurden noch die **Oberflächenverluste** und die **Ventilationsverluste** des Heizkessels entsprechend den Vorgaben der **DIN EN 15378** (siehe Punkt 2) gemessen / berechnet. **Tabelle 5** zeigt den **Oberflächenverlust**:



Oberflächenverlust

Niedertemperatur - Kessel

	Höhe	Breite / Tiefe	Fläche	T Teilfläche	T Raum	∆ T Teilfläche	A*∆T Teilfl.
	m	m	m2	°C	°C	K	m2*K
F links	0,95	0,70	0,67	22,0	21,0	1,0	0,665
F Mitte	0,95	0,85	0,81	22,0	21,0	1,0	0,808
F rechts	0,95	0,70	0,67	22,0	21,0	1,0	0,665
F oben	0,70	0,85	0,60	23,1	21,0	2,1	1,250
Boden							0,000
Summe	A TF * ∆T TF						3,387
Leistung	32.000	W					

Oberflächenverlust	0,11	%
--------------------	------	---

Zur Bestimmung der Ventilationsverluste war es notwendig, die Strömungsgeschwindigkeit im Abgas 30 Sekunden nach Ausschalten des Brenners zu messen. Dazu wurde eine **Thermo - Anemometer** für niedrige bis mittlere Strömungsgeschwindigkeiten und Temperaturen bis 80°C eingesetzt – Bild 15:



Bild 15 Thermo - Anemometer

Diese Geräte werden vorrangig zur Messung an Klima- und Lüftungsanlagen eingesetzt.

Ventilationsverlust

Niedertemperatur - Kessel

Eingabewerte:

Ventilationsverlust

			_			
Durchmesser Abgasleitung	0,15	m		Fläche	0,018	m2
Strömungsgeschwindigkeit	0,3	m/s		Dichte Luft	1,2	kg/m3
Temperatur Abgas	83,0	°C		spezif. Wärme	0,279	Wh/kg*K
Temperatur Raum	21,1	°C		T - Differenz	61,90	K
Temperatur Außen	10,4	°C		T Außen Verh.	0,9840	
Nennleistung Kessel	32	kW				

1,22

Tabelle 6



Mit diesen beiden Messungen wurden alle Voraussetzungen für die Anerkennung als Heizungscheck gemäß DIN EN 15378 mit Ausnahme der visuellen Betrachtung und Bewertung der Peripherie geschaffen.

8. Bewertung der Ergebnisse

Es wurde Eingangs dargelegt, dass die Messergebnisse eine Momentaufnahme darstellen, deren Werte nicht ohne weiteres auf den Jahresdurchschnitt hochgerechnet werden können. D.h. die Einsparung durch EcoTherm2000 kann im Durchschnitt besser oder schlechter als die ermittelten Ergebnisse sein. Im vorliegenden Fall können – wie bereits beschrieben – die Ergebnisse gut auf ein Jahr hochrechnet werden:

Dauer der Messung: 3,1 h = 0,129 TageÖl - Verbrauch: 2,21 kg = 2,64 Liter

Öl - Kosten (bei 1,10 €/Liter): 2,90 €

Öl - Verbrauch pro Tag: 45 Liter Öl - Kosten pro Tag: 49,50 €

Öl - Verbrauch pro Jahr: 9.900 Liter bei 220 Heiztagen pro Jahr

Öl - Kosten pro Jahr: 10.900 €

Die Absenkung (Nacht, Wochenende) ist hier noch nicht umfassend berücksichtigt, so dass diese Berechnung recht gut mit dem vom Betreiber angegeben Verbrauch von ca. **7.000 Liter** (Ölzähler ist nicht vorhanden) übereinstimmt.

Legt man die ermittelte Einsparung von 16,7 % zugrunde, so ergibt sich eine Gesamt - Einsparung von ca.

1.200 Liter Heizöl bzw. 1.300 € pro Jahr

Welche Rolle spielt die online - Messtechnik?

Die Messungen haben gezeigt, dass mit einer genauen online - Messung (kontinuierliche Messung ohne Zeitverzögerung) die Effekte von Optimierungsmaßnahmen sehr schnell nachgewiesen werden können. Die eingesetzte mobile Messtechnik steht auch als stationäre Messtechnik zur Verfügung. Die eingesetzte Software *MAT* Energy ist auf allen gängigen Rechnern (auch älteren) ohne Einschränkung lauffähig. Der größte Aufwand muss mit der Durchflussmengenmessung im Wasserkreislauf betrieben werden. Dafür stehen z.B. eine Ultraschall - Durchflussmessung (für mobile Messungen - wie benutzt) oder auch Woltmannzähler oder induktive Durchflussmesser (stationärer Betrieb) zur Verfügung. Die Gas - Messung (bei Gas - Kesseln) ist in der Regel vorhanden (wenn auch nicht immer mit Impuls - Ausgang), und die Temperaturmessstellen und Ölzähler sind ohne größeren Aufwand verfügbar.

Bei Nutzung der online - Messtechnik sind durch weitere gezielte Optimierungsmaßnahmen, z.B. Absenkung der Raumtemperatur, Optimierung der zeitlichen Absenkung und Lastoptimierung, weitere Einsparmöglichkeiten vorhanden.

9. Optimierungs - Empfehlungen für den Anlagenbetreiber

Alle bisher durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Einschätzung im Grünbuch der EU (Grünbuch der EU vom 22.06.2005 !!!!!!),

"Das hauptsächliche Hindernis einer erhöhten Energieeffizienz ist ein Mangel an Informationen - … über Kosten des eigenen Energieverbrauchs, ein Mangel an Ausbildung von Technikern für eine richtige Wartung…"



vollständig und ohne Einschränkungen **nach wie vor** zutrifft. Allein daraus leiten sich Optimierungsempfehlungen ab, denn es gilt:

• Eine Optimierung ist nur möglich und sinnvoll, wenn der Ist - Zustand und die Ist - Fahrweise bekannt sind und wenn das Ergebnis einer Optimierungsmaßnahme nachgewiesen werden kann. Das heißt, es *muss* immer *gemessen* werden.

A Optimierungs - Empfehlung 1

Es ist zu prüfen, ob der Einsatz von Ölzählern bei den insgesamt aufzubringenden Heizkosten pro Jahr sinnvoll und notwendig ist. Bei einem Einsatz werden sofort der Ölverbrauch, die Ölkosten und die Heizkosten transparent.

Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Ölzähler mit vor Ort Anzeige
- Ölzähler mit vor Ort Anzeige und Datenausgang

Bedingung: System, das die Daten verarbeiten, anzeigen und speichern kann

(bei *MAT* verfügbar)

- Ölzähler mit Fern - Anzeige

Ölverbrauch, Betriebsstunden Stufe 1, Betriebsstunden Stufe 2

Der Datenausgang (Impulsausgang) kann auch für eine Aufzeichnung genutzt werden **Bedingung:** System, das die Daten verarbeiten, anzeigen und speichern kann

(bei *MAT* verfügbar)

B Optimierungs - Empfehlung 2

Es ist zu prüfen, ob der Einsatz von *Wärmemengenzählern* bei den insgesamt aufzubringenden Heizkosten pro Jahr sinnvoll und notwendig ist. Bei einem Einsatz wird sofort der *Wärmeverbrauch* transparent.

Auch dazu gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Wärmemengenzähler mit vor Ort Anzeige
- Wärmemengenzähler mit vor Ort Anzeige und Datenausgang

Bedingung: System, das die Daten verarbeiten, anzeigen und speichern kann

(bei MAT verfügbar)

- Wasserzähler mit Datenausgang

plus Temperatursensoren Vorlauf + Rücklauf

Bedingung: System, das die Daten verarbeiten, anzeigen und speichern kann

(bei MAT verfügbar)

C Optimierungs - Empfehlung 3

Bei Einsatz von Ölzählern allein bzw. Ölzähler plus Wärmemengenzähler (nur mit vor - Ort - Anzeige) sollten die Daten regelmäßig ausgelesen werden und in einen entsprechenden offline - Berechnungstool eingegeben werden. Ein entsprechendes Excel - Programm ist bei MAT verfügbar. Werden beide Daten erfasst, so kann auch der Wirkungsgrad berechnet werden. Werden auch die Betriebsstunden erfasst, kann die relative Kessel - Leistung berechnet werden und damit die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Kessel - Leistung.

D Optimierungs - Empfehlung 4

Werden Zähler mit Datenausgang in Kombination mit dem notwendigen Verarbeitungssystem eingesetzt, erfolgen alle Berechnungen automatisch in einem frei wählbaren Zeittakt ab 10 Sekunden.



Es können alle Werte als *Momentanwerte, Stundenwerte, Tageswerte und Monatswerte* berechnet und ausgegeben werden. Die Werte können als *Tagesdateien* gespeichert werden, so dass jeder Tag des Jahres *sofort* abrufbereit ist.

E Optimierungs - Empfehlung 5

Da die Heizungsanlage in einem relativ niedrigen Bereich der relativen Kesselleistung fährt, sollte eine höhere Heizkurve bei gleichzeitiger Verschiebung des Kennlinienfeldes nach unten (Eichung) eingeschaltet werden. Damit wird die Vorlauftemperatur abgesenkt, die Schalthysterese jedoch vergrößert. Das führt zu einer günstigeren Taktung über den Effekt von EcoTherm hinaus.

10. Zusammenfassung

- Es wurde an einer Ölheizungsanlage in der Fa. Rüther Bahn- und Bau GmbH Neuental -Zimmersrode, der Effekt der Einsparung durch den Heizkammer - Einsatz EcoTherm2000 untersucht.
- Es wurde im Untersuchungszeitraum eine relative Einsparung in Höhe von 16,7 % ermittelt. Diese Einsparung kann im vorliegenden Fall *gut* auf eine Einsparung pro Jahr hochgerechnet werden, da die Randbedingungen während der Messung im Verhältnis zu den Randbedingungen des gesamten Jahres *ähnlich* sind.
- Rechnet man die erzielte Einsparung auf ein Jahr mit 220 Heiztagen unter Berücksichtigung einer Absenkung hoch, ergibt sich ein jährlicher Nutzen von etwa 1.300 €.
- Der Nutzeffekt von EcoTherm ist von verschiedenen Randbedingungen, insbesondere vom Zustand der Anlage, von der relativen Kessel - Leistung, von der Außentemperatur und vom spezifischen Nutzerverhalten, abhängig.
- Optimierungsempfehlungen wurden im Bericht gegeben.
- Die eingesetzte mobile Messtechnik kann auch als stationäre Messtechnik installiert und genutzt werden. Damit sind über den Effekt von EcoTherm2000 hinaus weitere erhebliche Einspareffekte möglich.
- Die Untersuchungen können mit wenigen zusätzlichen Maßnahmen bezüglich Heizungsperipherie als Heizungscheck gemäß DIN EN 15378 ausgewiesen werden.

Hofgeismar, 29.02.2024

Dr. Frank Dinger

French.

Energieeffizienzberater mit BAFA - Zulassung vom 10.06.2015