

TESTBERICHT NR. T 95901 – 03 / 2004

Datum: 20.11.2004
Kunde: EcoTherm2000 Germany / Rotenburg a.d. Fulda
Kundennummer: 95901
Einsatzgebiet: Heizungstechnik
Einsatzbereich: Gasheizung für Großkunden
Datum der Messung: 18. 11.2004
Durchführung der Messung: Dr. Frank Dinger / MAT
Karl Riedl / Brennerservice Riedl (Abgasmessung)
Jürgen Humer / Lutz GmbH (Erdgas – Messung)
Ort: Lutz GmbH Wels / Austria
Möbelhaus Lutz in Ried / Austria

Testmessung

zur Ermittlung des Effektes des Heizungsgeräteinsatzes EcoTherm2000 in einer Gasheizungsanlage

1. Grundsätzliche Zielstellung

Eine optimale Energieausnutzung bei der Wärmeerzeugung erhält angesichts der steigenden Primärenergiepreise - Öl, Gas, Holz - und notwendiger Reduzierungen von Emissionen entsprechend dem **Kyoto – Protokoll** und dem

- **Energie – Effizienzprogramm Oberösterreich ENERGIE STAR 2010**

eine ständig steigende Bedeutung. Eine Optimierung aller Einflussfaktoren im Gesamtsystem Wärmeerzeuger – Wärmenutzer ist die Grundlage dafür. Ein Problem dabei ist es, kurzfristig die erzielten Effekte durch die einzelnen Maßnahmen auch realistisch nachzuweisen. Der theoretischen Größe **Energiebedarf** steht die praktische Größe **tatsächlicher Energieverbrauch** gegenüber. **Beide können in der Realität in Abhängigkeit von einer Reihe von Randbedingungen weit auseinander gehen.**

Den Öl- / Gasverbrauch (über Öl- / Gaszähler) und die produzierte Wärme (über Wärmemengenmesser) nachzuweisen, ist kein größeres Problem und wird auch gemacht. Die Auswertung erfolgt jedoch in der Regel langfristig, da eine **online – Verknüpfung** dieser beiden Daten in der Regel **nicht** erfolgt. Bei Optimierungsmaßnahmen will man jedoch sofort erkennen, ob die durchgeführte Maßnahme den gewünschten Erfolg gebracht hat. Dazu hat die Fa. MAT ein Hardware – System, bestehend aus den notwendigen Sensoren und Messgeräten, und die Applikationssoftware MAT Heiz entwickelt. Letztendlich muß der Wirkungsgrad oder bezogen auf die Heizung der **Nutzungsgrad** des Gesamtsystems in möglichst kurzen Zeitabständen ermittelt werden. Darin eingeschlossen ist der **Feuerungstechnische Wirkungsgrad**, der aber im Jahresmittel nur zu einem geringen Prozentsatz in den **Jahresnutzungsgrad** eingeht, nämlich im Verhältnis der **relativen Kesselleistung**.

Folgende Optimierungsmöglichkeiten sind in dem Gesamtsystem Heizung – Gebäude u.a. gegeben:

Optimierung der Heizungsanlage

- Brenneinstellung, ggf. Brenneraustausch
- Reinigung Düse, ggf. Austausch
- Reinigung Brennkammer
- Optimierung der Heizkurve (Vorlauftemperatur)
- Absenkung der Rücklauftemperatur bis hin zur Nutzung der Brennwerttechnik
- Verbesserung der Wärmedämmung am Heizkessel
- Installation von Zusatzkomponenten

Optimierung der Peripherie

- Reinigung Heizkreislauf
- Wärmedämmung Rohrleitungen
- Wärmedämmung Außenhülle
- Brauchwasseroptimierung
- Hydraulischer Abgleich / Optimierung
- Optimierung Pumpenleistung
- Optimierung Kaminzug
- ggf. Kaminsanierung

Optimierung des Nutzerverhaltens

- Optimierung Raumtemperatur
- Optimierung Raumklima
- Lüftungsverhalten
- Wahl der Heizungskennlinie
- Optimierung Nachtabsenkung

2. Zielstellung der Untersuchungen

Zielstellung der Untersuchungen war die Ermittlung des Effektes des Heizungsgerätes – Einsatzes **EcoTherm2000** in einer Gas – Heizungsanlage. Bei gleicher Geräte – Einstellung und bei gleicher Last wurden über einen Zeitraum von jeweils 4000 Sekunden zunächst ohne und dann mit EcoTherm2000 eine Reihe von Messwerten ermittelt.

Heizungs – Typ :	Hoval SR plus U 510
Nenn – Wärmeleistung :	326 560
Baujahr :	1996
EcoTherm 2000 – Typ :	400 mm

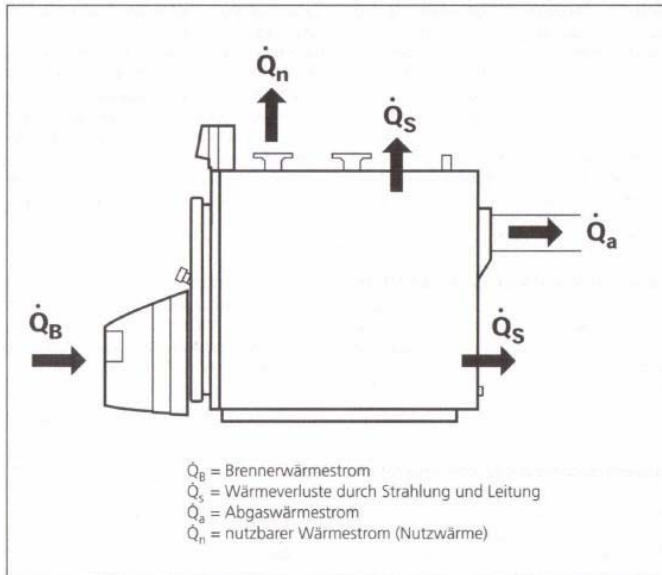
Über den gesamten Mess - Zeitraum waren die äußeren Bedingungen und die Last nahezu konstant, so dass die Ergebnisse der Messung ohne und mit EcoTherm2000 ohne jede Einschränkung vergleichbar sind.

Es ist aber immer zu berücksichtigen, dass die Messergebnisse eine Momentaufnahme darstellen, deren Ergebnisse 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. Das hängt vor allem von der relativen Kessel – Leistung ab, d.h. von der Außentemperatur und der benötigten Wärmemenge – darüber hinaus vom Nutzerverhalten.

3. Physikalische Grundlagen

Die gesamte Energiebilanz einer Heizungsanlage (Ölheizung, Gasheizung) wird in der nachfolgenden Abbildung dargestellt (Quelle: Hans-Joachim Dittmann / Öl- und Gasfeuerung, Gentner-Verlag 2004) :



Energiebilanz einer Heizungsanlage

Sie wird durch folgende Gleichung beschrieben :

$$Q_n = Q_B - Q_S - Q_a$$

Der Wirkungsgrad η , unter dem man generell das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand versteht, ergibt sich zu:

$$\eta = \frac{Q_n}{Q_B}$$

Für die Bestimmung des Wirkungsgrades einer Heizungsanlage müssen folgende Werte gemessen werden bzw. bekannt sein :

Bestimmung von Q_B :

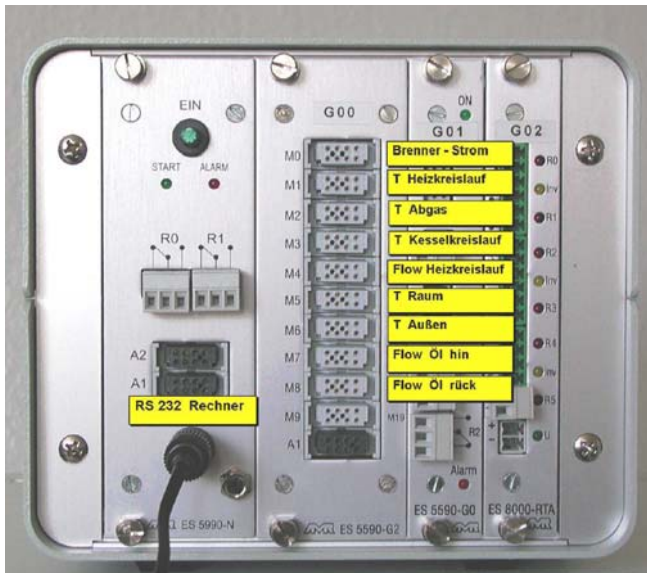
- | | |
|------------------------------------|--|
| • Heizwert des Öles bzw. Gases | Tabellenwert |
| • Volumenstrom des Öles bzw. Gases | Messwert |
| • Dichte des Öles bzw. Gases | Tabellenwert |
| • Massenstrom des Öles bzw. Gases | berechneter Wert (aus T und Tabelle) |
| • Brennerwärmestrom | berechneter Wert |

Bestimmung von Q_n :

- | | |
|---------------------------------------|--|
| • Vorlauftemperatur aller Kreisläufe | Messwert |
| • Rücklauftemperatur aller Kreisläufe | Messwert |
| • T – Differenz Vorlauf – Rücklauf | berechneter Wert |
| • Volumenstrom aller Kreisläufe | Messwert |
| • Dichte des Wärmeträgers | berechneter Wert (aus T und Tabelle) |
| • Massenstrom aller Kreisläufe | berechneter Wert |
| • Spezifische Wärme des Wärmeträgers | Tabellenwert |
| • Nutzbarer Wärmestrom | berechneter Wert |

4. Eingesetzte Messtechnik

Für die Erfassung der Messdaten wurde die Datenerfassungsanlage ALMEMO der Fa. Ahlborn Holzkirchen / Germany eingesetzt. Sie verfügt über 11 Eingangskanäle, 5 digitale und 2 analoge Ausgangskanäle.



Datenerfassungsanlage ALMEMO

Zur Messung der **Temperatur** wurden eingesetzt:

- | | | |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| • Heizkreislauf Vorlauf | Widerstandsthermometer NTC 10 kOhm | (Zweileitertechnik) |
| • Heizkreislauf Rücklauf | Widerstandsthermometer NTC 10 kOhm | (Zweileitertechnik) |
| • Abgastemperatur | Widerstandsthermometer Pt 1000 | (Vierleitertechnik) |
| • Raumtemperatur | Widerstandsthermometer Pt 1000 | (Vierleitertechnik) |
| • Aussentemperatur | Widerstandsthermometer Pt 100 | (Vierleitertechnik) |

Zur Messung der **Stromaufnahme** des Gasbrenners wurde eingesetzt :



Zangenstromwandler

Zur Messung des **Volumendurchflusses** Wasser im Heizungskreislauf wurde eingesetzt:

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

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

MAT WinControl der Fa. MAT Kassel / Germany eingesetzt

Die **Berechnung aller Werte** erfolgte mit der Applikationssoftware

MAT Heiz für MAT WinControl der Fa. MAT

5. Bilder Heizungsanlage und Messtechnik



Gesamt - Anordnung



Temperaturmessung am Rücklauf HK



Messung der Stromaufnahme des Brenners



Messung des Volumen - Durchflusses Wasser



EcoTherm2000



Brennkammer ohne EcoTherm2000 - Einsatz



Brennkammer mit EcoTherm2000 - Einsatz

6. Meßstellen und berechnete Werte

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-Temperatur-sensoren 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 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. Für die Gasmengenmessung wurde ein Volumenzähler genutzt, der fest eingebaut war und ist. Das heißt die Genauigkeit der eingesetzten Messtechnik liegt nur unwesentlich unter der Genauigkeit der laut DIN 4702 geforderten Genauigkeit.

Folgende Werte wurden gemessen bzw. aus den gemessenen Werten berechnet:

0.0 bis 0.11 Messkanäle

80.0 bis 80.70 Rechenkanäle

MW Momentan – Wert

SW Aufsummierter Wert

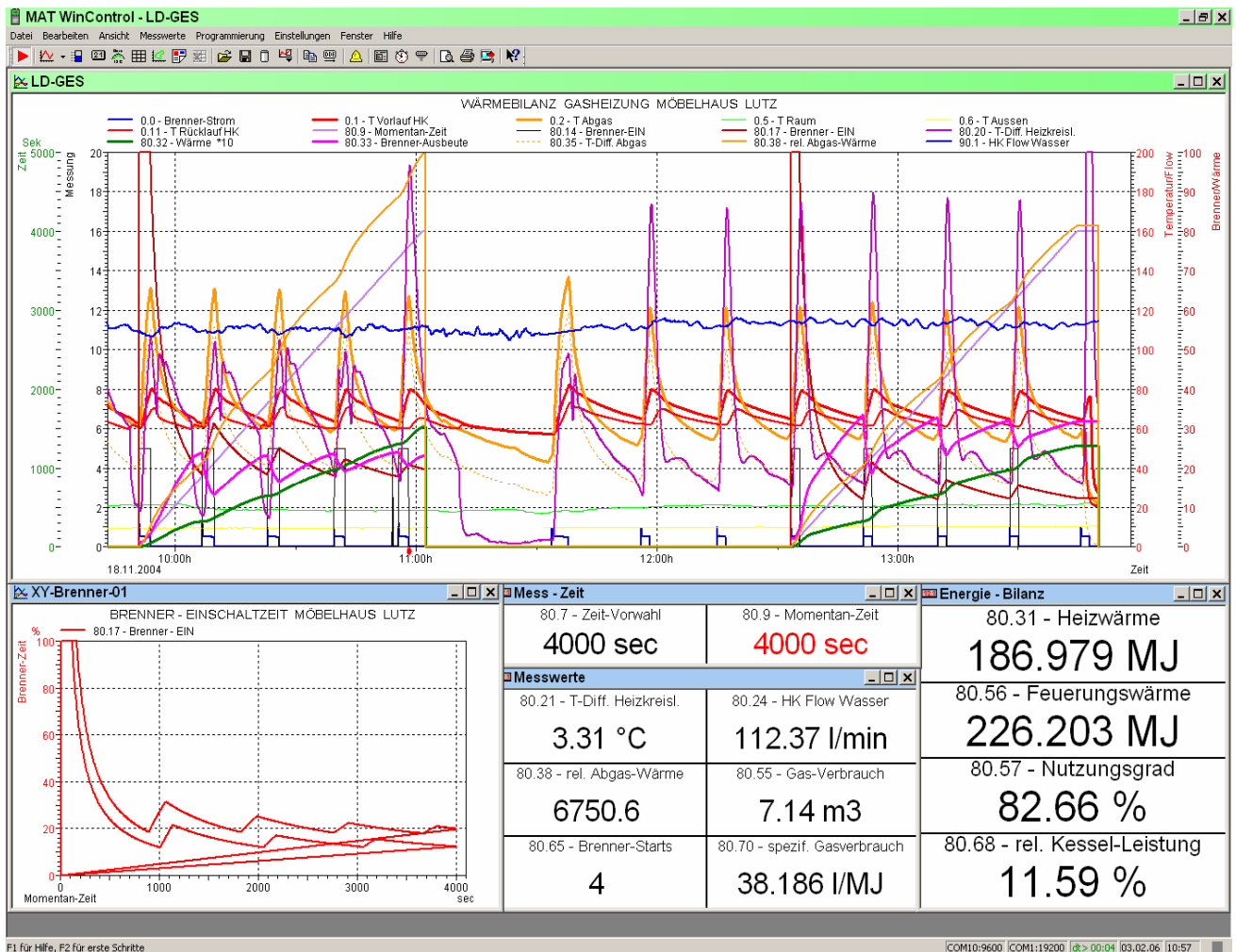
Ka- nal	Bezeichnung	Erläuterung	Einheit	
0.0	Brenner – Strom :	Stromaufnahme des Gasbrenners, gemessen mit Zangenstromwandler	A	MW
0.1	T Vorlauf HK :	Temperatur des Vorlaufes – Heizkreislauf	°C	MW
0.2	T Abgas :	Abgas – Temperatur	°C	MW
0.5	T Raum :	Raumtemperatur	°C	MW
0.6	T Aussen :	Aussentemperatur	°C	MW
0.11	T Rücklauf HK :	Temperatur des Rücklaufes – Heizkreislauf	°C	MW
80.9	Momentan – Zeit :	bisher abgelaufene Mess – Zeit	sek	SW
80.12	Messung :	Messung läuft nicht (0) oder läuft (1)	-	MW
80.14	Brenner EIN :	Brenner ist ausgeschaltet (0) oder eingeschaltet (5)	-	MW
80.20	T-Diff. Heizkreisl.:	Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur	K	MW
80.24	HK Flow Wasser :	zirkulierende Wassermenge im Heizkreislauf	l / min	MW
80.31	Heiz - Wärme:	insgesamt abgegebene Wärmemenge, berechnet aus der Temperatur - Differenz 80.20 und der zirkulierenden Wassermenge im Heizkreislauf 80.24	MJ	SW
80.35	Diff. Abgas :	Differenz zwischen Abgas – und Raumtemperatur	K	MW
80.38	rel. Abgas – Wärme:	Flächenintegral der T-Differenz Abgas, proportional zur Abgas – Wärme (kein Absolutwert)	-	SW
80.55	Gas – Verbrauch	insgesamt verbrauchte Gas – Menge	m ³	SW
80.56	Feuerungswärme	zugeführte Energie (bezogen auf den Heizwert)	MJ	SW

Ka- nal	Bezeichnung	Erläuterung	Einheit	
80.57	Nutzungsgrad	Verhältnis Heizwärme : Feuerungswärme	%	SW
80.68	relative Kesselleistung	Verhältnis Einschaltzeit Brenner : Gesamtzeit	%	SW
80.70	spezif. Gasverbrauch	Verbrauch Gas / MJ Heizwärme	l / MJ	SW

7. Ergebnisse

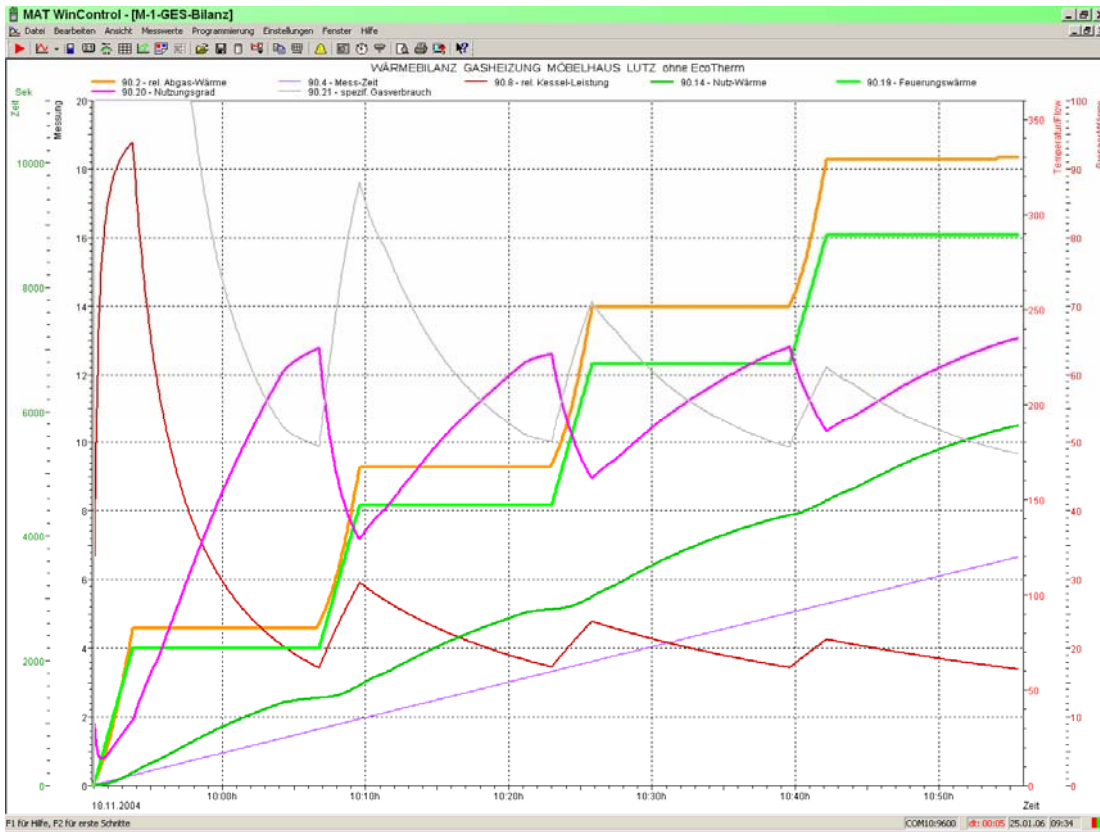
Die nachfolgende Grafik 1 zeigt die gesamte Bildschirm – Darstellung der Software MAT WinControl mit MAT Heiz am Ende der Messung 2 mit EcoTherm.

- In den digitalen Fenstern werden die Messwerte bzw. die berechneten Werte dargestellt.
- Das Liniendiagramm (große Grafik) zeigt alle Werte in Abhängigkeit von der Zeit. Die Ergebnisse ohne / mit EcoTherm liegen **nacheinander** vor.
- Die kleinen Grafiken zeigen als X – Y – Diagramm die Abhängigkeit von Brenner – Einschaltdauer / insgesamt abgegebener Wärmemenge / relative Abgas – Wärme in Abhängigkeit von der Mess – Zeit. Die Ergebnisse ohne / mit EcoTherm liegen **gleichzeitig** vor.

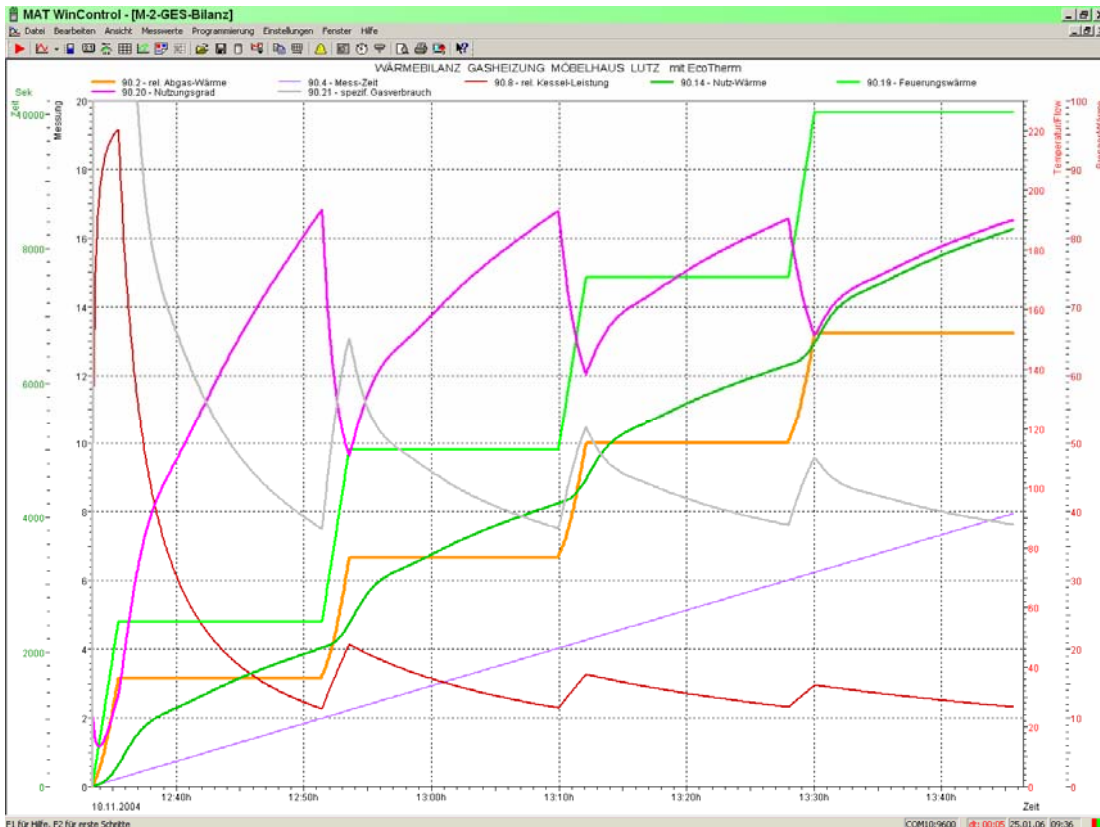


Grafik 1 Gesamt – Bildschirmdarstellung

Die Grafiken 2 und 3 zeigen die Ergebnisse ohne und mit EcoTherm 2000.

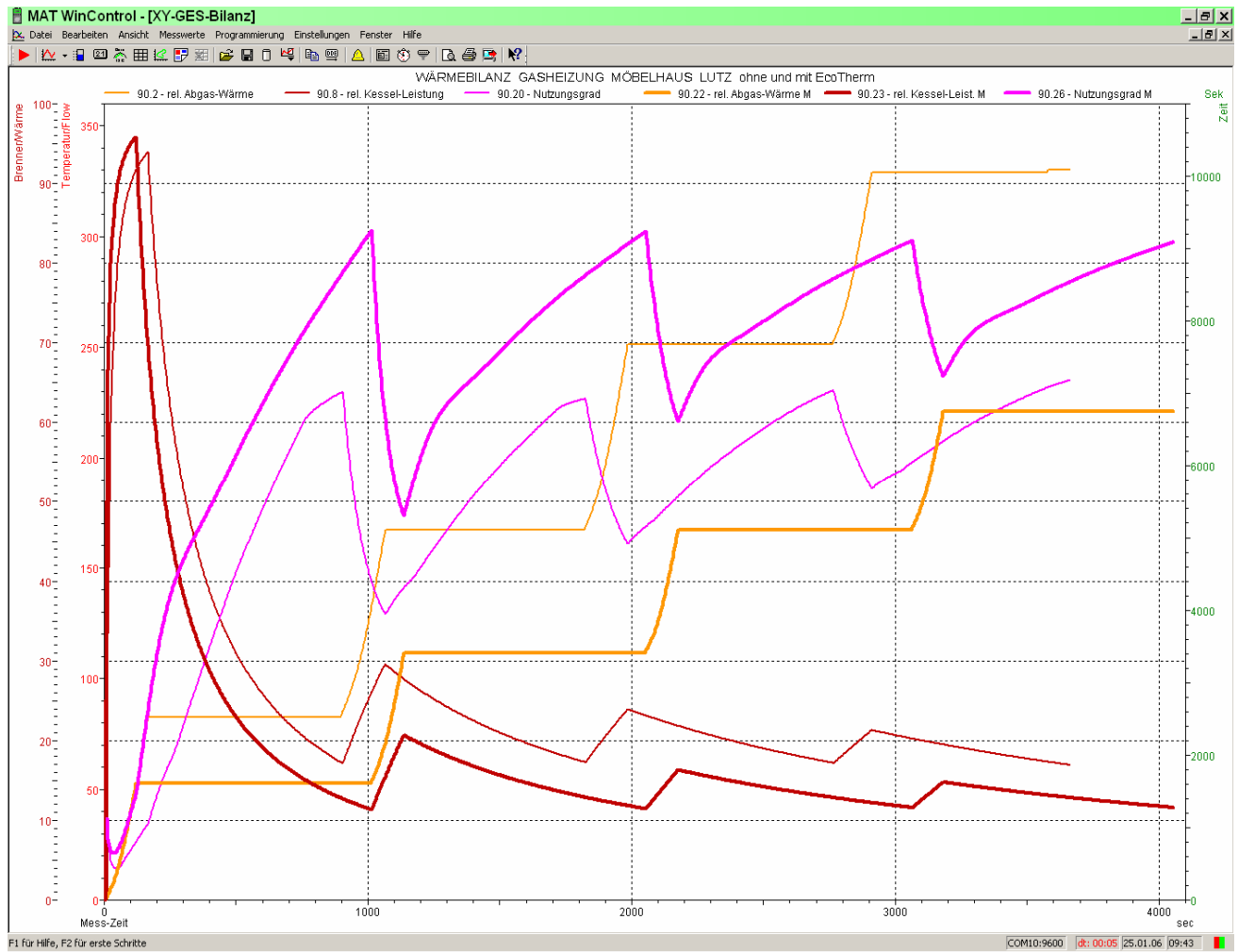


Grafik 2 Ergebnis ohne EcoTherm



Grafik 3 Ergebnis mit EcoTherm

Grafik 4 zeigt Messung 1 und Messung 2 gemeinsam in einer X – Y – Darstellung:



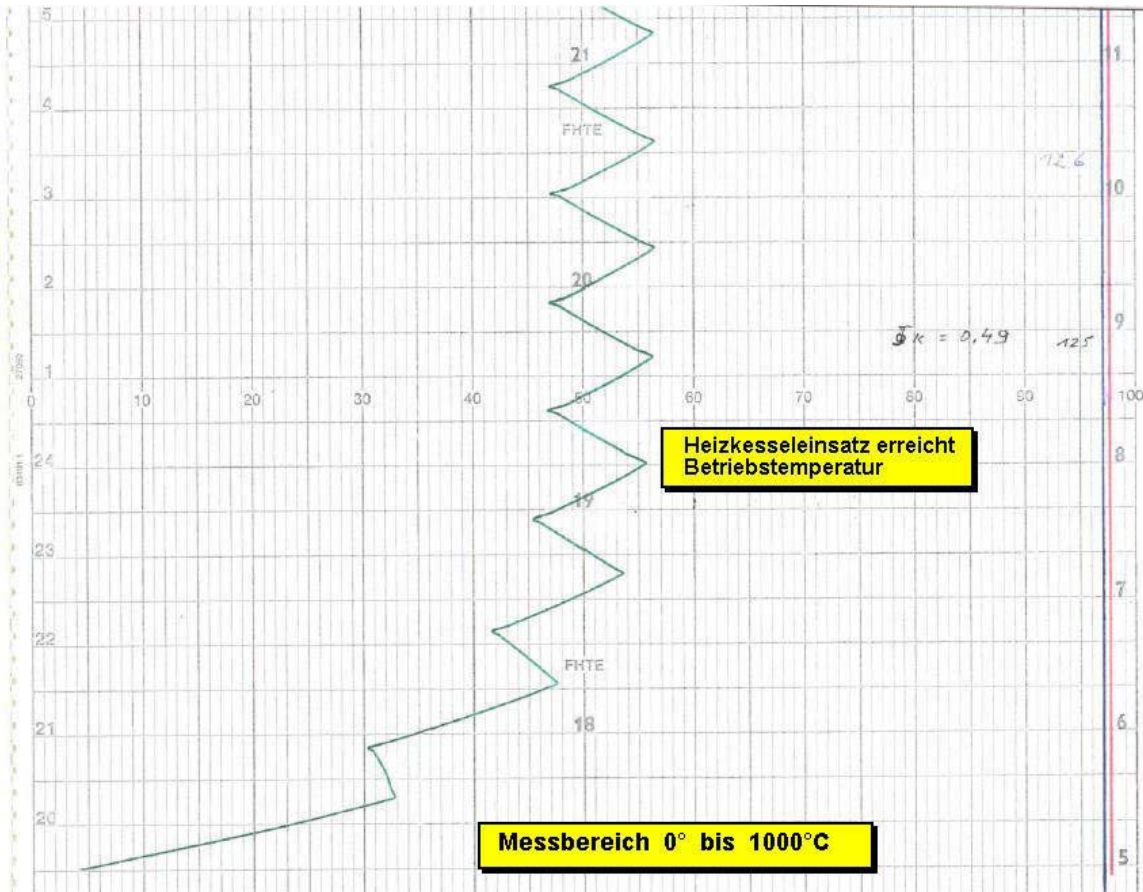
Grafik 4 Vergleich ohne (dünne Kurven) und mit EcoTherm (dicke Kurven)

Den **Temperaturverlauf** während der gesamten Messung zeigt Tabelle 1 :

Durchschnitt Temperatur in °C			
Außentemperatur		Raumtemperatur	
Messung 1	Messung 2	Messung 1	Messung 2
9,40	10,19	19,05	20,88

Tabelle 1 Temperaturverlauf

Die hohe Wärmespeicherkapazität des Heizkesselersatzes zeigt den Temperaturverlauf in der Scheibe in der Aufheizphase nach Einsetzen des Speichers – Grafik 5 :



Grafik 5 Temperaturverlauf im Heizkesselersatz

Die Betriebstemperatur von 560° bis 570°C wird nach dem vierten Brennertakt erreicht. Erst danach kann die Messung gestartet werden.

Die **Schaltzeiten des Brenners** zeigt Tabelle 2 :

	1. Takt	2. Takt	3. Takt	4. Takt	Durchschnitt
ohne EcoTherm					
Brenner EIN / sec	160	170	165	150	161,3
Pause / sec	730	755	775	750	752,5
mit EcoTherm					
Brenner EIN / sec	115	125	125	120	121,25
Pause / sec	890	915	885	820	877,5

Tabelle 2 Schaltzeiten des Brenners

Den **Verbrauch an Erdgas** zeigt die nachfolgende Tabelle 3. Gemessen wurden die Werte von Herrn Jürgen Humer, Zentrale Haustechnik der LUTZ GmbH.

	Ohne EcoTherm	Mit EcoTherm
Gasverbrauch	11,17 m³ (fünf Takte)	7,14 m³ (4 Takte)

Bestimmend für die Wirksamkeit von Ecotherm 2000 ist der **spezifische Gasverbrauch pro erzeugter Einheit Wärme**. Letztere wird durch die Differenz der Temperatur des Vorlaufes minus Rücklauf (gemessen mit 2 NTC) und durch die umgewälzte Wassermenge (gemessen mit Ultraschall - Durchflußmesser) bestimmt.

Die Ergebnisse der Messung zeigt Tabelle 4:

Gesamtergebnis			
Wert	ohne EcoTherm	mit EcoTherm	Verhältnis mit : ohne
Brenner - Zyklen	4	4	100,00%
relative Kessel - Leistung %	16,94	11,59	68,42%
Gas - Verbrauch m ³	9,124	7,140	78,26%
Feuerungswärme MJ	289,045	226,203	78,26%
Nutz - Wärme MJ	188,805	186,979	99,03%
Nutzungsgrad %	65,32	82,66	126,55%
relative Abgas - Wärme	10085,1	6750,59	66,94%
spezifischer Gasverbrauch I Gas / MJ Nutzwärme	48,325	38,190	79,03%

Die Einsparung zum Zeitpunkt der Messung beträgt damit

20,97 %

Die **Änderungen der Abgaswerte ohne und mit Ecotherm** zeigen die nachfolgenden beiden Abbildungen:

Die Messungen wurden durchgeführt von :

**Brennerservice Riedl
Karl Riedl A 4850 Timelkam**

```
Kunde: Lutz GmbH Wels / Ried
*****
* DELTA 2000 CD *
* 276 468 *
* Programm 2 *
*****
```

```
Uhrzeit: 11:32
Datum : 18.11.04
```

Erdgas H Geb. 11.9 %

```
T-Luft 11.0 Grd.C
T-Abs 173.9 Grd.C
T-Kes. 65.0 Grd.C
Taurp 54 Grd.C
O2 5.2 %
CO2 8.9 %
Verl. 9.0 %
ETA 91.0 %
CO 0 PPM
0 PPM/0%O2
0 PPM 3%O2
NO 41 PPM
NOx 27 mg/MJ
NO2b 89 mg/m3
NO2b 100 mg/ 3%O2
Lambda 1.33
Zus : -0.71 hPa
```

```
M R U GmbH
Fuchshalde 8
D-74172 Neckarsulm -
Obereisesheim
Tel. 07132 / 99 62 0
```

```
Kunde: Lutz GmbH Wels / Ried
*****
* DELTA 2000 CD *
* 276 468 *
* Programm 2 *
*****
```

```
Uhrzeit: 13:06
Datum : 18.11.04
```

Erdgas H Geb. 11.9 %

```
T-Luft 19.4 Grd.C
T-Abs 174.2 Grd.C
T-Kes. 65.0 Grd.C
Taurp 54 Grd.C
O2 5.2 %
CO2 8.9 %
Verl. 8.5 %
ETA 91.5 %
CO 0 PPM
0 PPM/0%O2
0 PPM 3%O2
NO 42 PPM
NOx 27 mg/MJ
NO2b 90 mg/m3
NO2b 102 mg/ 3%O2
Lambda 1.33
Zus : -0.45 hPa
```

```
M R U GmbH
Fuchshalde 8
D-74172 Neckarsulm -
Obereisesheim
Tel. 07132 / 99 62 0
```

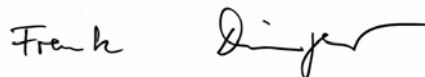
Abgaswerte ohne EcoTherm

Abgaswerte mit EcoTherm

Die Werte sind praktisch **konstant** geblieben.

8. Zusammenfassung

- Es wurde an einer Gasheizungsanlage für ein Möbelhaus der Effekt der Einsparung durch den Heizkammer – Einsatz EcoTherm2000 untersucht.
- Das Ergebnis zeigt einen positiven Effekt.
- Die genutzte Messtechnik kann auch als stationäre Messtechnik installiert und genutzt werden. Damit sind über den Effekt von EcoTherm2000 hinaus weitere erhebliche Einspareffekte entsprechend Punkt 1 möglich.



Dr. Frank Dinger
MAT