

TESTBERICHT NR. T 95901 – 02 / 2006

Datum: 05.03.2006
Kunde: EcoTherm2000 Deutschland / Rotenburg a.d. Fulda
Kundennummer: 95901
Einsatzgebiet: Heizungstechnik
Einsatzbereich: Ölheizung für Großkunden
Datum der Messung: 02.03.2006
Durchführung der Messung: Dr. Frank Dinger / MAT
Ort: Dorint - Hotel Arnsberg - Neheim

Testmessung

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

1. Grundsätzliche Zielstellung

Eine optimale Energieausnutzung bei der Wärmeerzeugung und - Nutzung erhält angesichts der steigenden Primärenergiepreise - Öl, Gas, Holz - und notwendiger Reduzierungen von Emissionen entsprechend dem **Kyoto – Protokoll** , der **EU – Richtlinie 2002 / 91 / EG „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“**, der

- **Energieeinsparverordnung (EnEV) 2004**

des Energieeinspargesetzes 2005 (EnEG) und der im Jahr 2006 zu erwartenden Novellierung der EnEV 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 realisiert. 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 (z.B. Heizkesselersatz)

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 Nachtabenkung

Grundlage für einen Nachweis der Ergebnisse ist *immer* eine exakte Messtechnik !

2. Zielstellung der Untersuchungen

Zielstellung der Untersuchungen war die Ermittlung des Effektes des Heizungsgerätes – Einsatzes **EcoTherm2000** in einer Öl – Heizungsanlage. Bei gleicher Geräte – Einstellung und bei schwankender Last wurden über einen Zeitraum von jeweils 70 Minuten zunächst ohne und dann mit EcoTherm2000 eine Reihe von Messwerten ermittelt. Der Messpunktabstand betrug **10 Sekunden**.

| | |
|-------------------------------|---|
| Heizungs – Typ : | Viessmann Poromat Simplex PS 072 |
| Brenner: | Weishaupt L 5 T |
| Nenn – Wärmeleistung : | 720 kW |
| Baujahr : | 1998 |
| EcoTherm 2000 – Typ : | Sonder – Typ 350 mm Tiefe 50 mm |

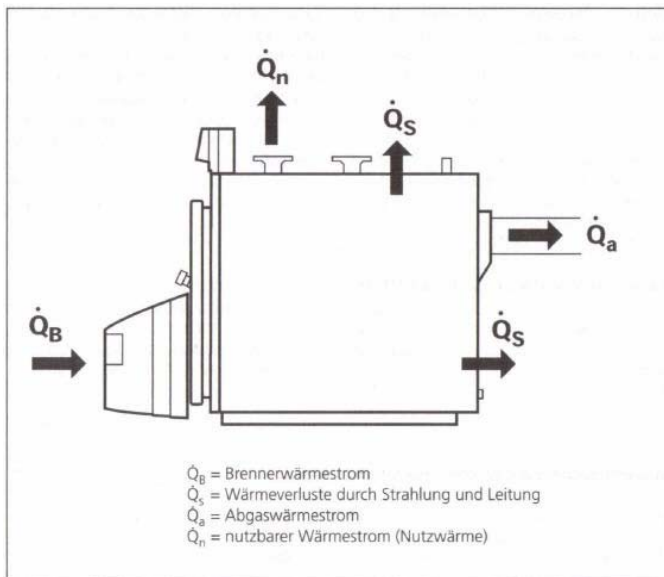
Über den gesamten Mess - Zeitraum waren die äußeren Bedingungen bei schwankender Last nahezu konstant. Die Ergebnisse der Messung ohne und mit EcoTherm2000 sind durch die Berechnung der gesamten Energiebilanz im 10 - Sekunden - Takt ohne jede Einschränkung vergleichbar.

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 Jahres - 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 :

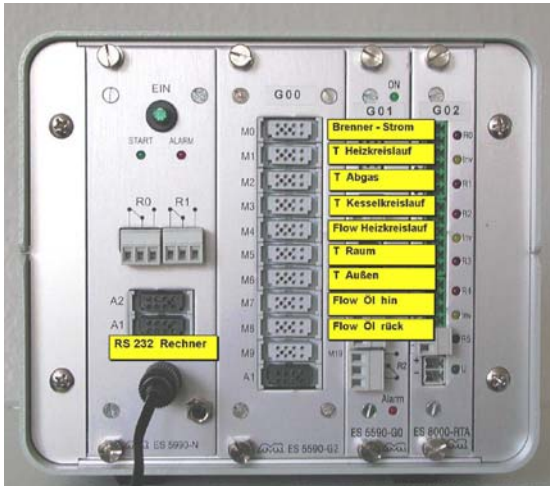
- | | |
|------------------------------------|--|
| • Heizwert des Öles bzw. Gases | Tabellenwert |
| • Volumenstrom des Öles bzw. Gases | Messwert |
| • Dichte des Öles bzw. Gases | Tabellenwert |
| • Massenstrom des Öles bzw. Gases | berechneter Wert (aus T und Tabelle) |
| • Brennerwärmestrom | berechneter 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 / Deutschland eingesetzt. Sie verfügt über 11 Eingangskanäle, 5 digitale und 2 analoge Ausgangskanäle.



Datenerfassungsanlage ALMEMO

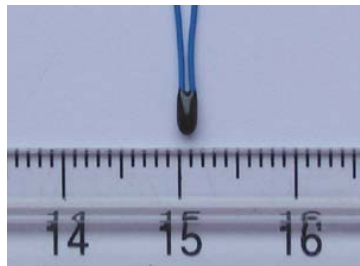
Zur Messung der **Temperatur** wurden eingesetzt:

- | | | |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| • 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



Temperatursensor NTC 10 kOhm

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

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

Zur Messung der **Ölmenge** wurde ein Volumenzähler Aquametro, Bereich 4 bis 200 l/h, eingesetzt.

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

MAT WinControl der Fa. MAT Kassel / Deutschland eingesetzt

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

MAT Heiz für MAT WinControl der Fa. MAT

5. Bilder Heizungsanlage und Messtechnik



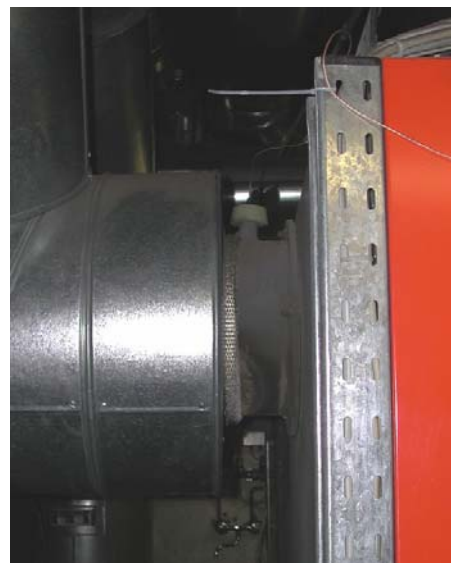
Gesamt – Anordnung



Weishaupt - Brenner mit Stromzange



Ultraschall – Flow – Sensor



Messung der Abgas - Temperatur



Elektronik für Ultraschall – Durchflussmessung



Öl – Volumenzähler Aquametro



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 Ölmengenmessung wurde ein Volumenzähler genutzt, der für die Messung installiert wurde. Das heißt die Genauigkeit der

eingesetzten Messtechnik liegt nur unwesentlich unter derjenigen der laut DIN 4702 geforderten Genauigkeit.

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

MW Momentan – Wert

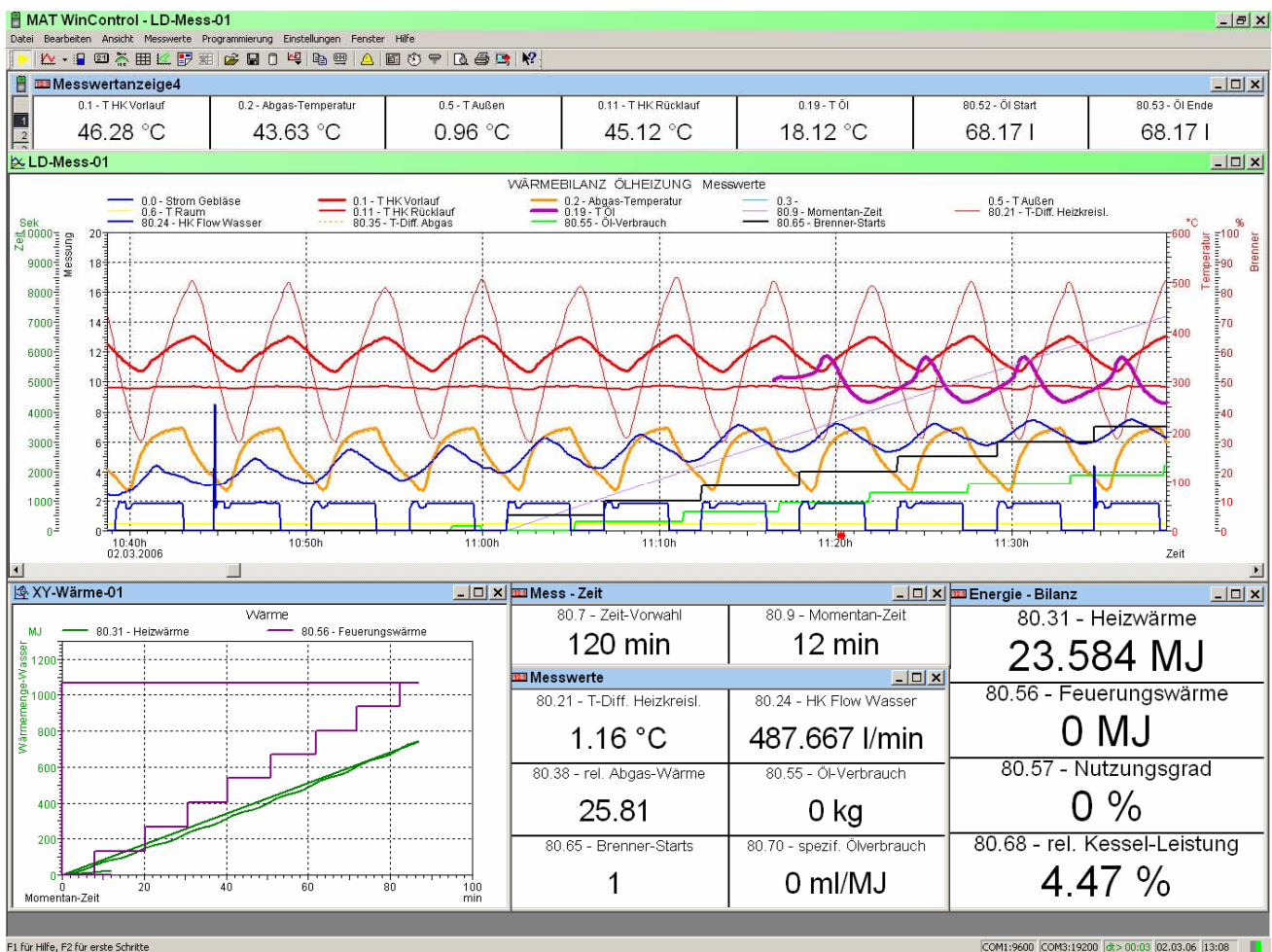
SW Aufsummierter Wert

| Bezeichnung | Erläuterung | Einheit | |
|-------------------------|---|---------|----|
| Messkanäle | | | |
| Brenner – Strom : | Stromaufnahme des Ölbrenners, gemessen mit Zangenstromwandler | A | MW |
| T Vorlauf HK : | Temperatur des Vorlaufes – Heizkreislauf | °C | MW |
| T Abgas : | Abgas – Temperatur | °C | MW |
| T Raum : | Raumtemperatur | °C | MW |
| T Aussen : | Aussentemperatur | °C | MW |
| T Rücklauf HK : | Temperatur des Rücklaufes – Heizkreislauf | °C | MW |
| Rechenkanäle | | | |
| Momentan – Zeit : | bisher abgelaufene Mess – Zeit | sek | SW |
| Messung : | Messung läuft nicht (0) oder läuft (1) | - | MW |
| Brenner EIN : | Brenner ist ausgeschaltet (0) oder eingeschaltet (5) | - | MW |
| T-Diff. Heizkreisl.: | Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur | K | MW |
| HK Flow Wasser : | zirkulierende Wassermenge im Heizkreislauf | l / min | MW |
| Heiz - Wärme: | insgesamt abgegebene Wärmemenge, berechnet aus der Temperatur - Differenz 80.20 und der zirkulierenden Wassermenge im Heizkreislauf 80.24 | MJ | SW |
| Diff. Abgas : | Differenz zwischen Abgas – und Raumtemperatur | K | MW |
| rel. Abgas – Wärme: | Flächenintegral der T-Differenz Abgas, proportional zur Abgas – Wärme (kein Absolutwert) | - | SW |
| Öl – Verbrauch | insgesamt verbrauchte Öl – Menge | l | SW |
| Feuerungswärme | zugeführte Energie (bezogen auf den Heizwert) | MJ | SW |
| Nutzungsgrad | Verhältnis Heizwärme : Feuerungswärme | % | SW |
| relative Kesselleistung | Verhältnis Einschaltzeit Brenner : Gesamtzeit | % | SW |
| spezif. Ölverbrauch | Verbrauch Öl / 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 1 ohne 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.

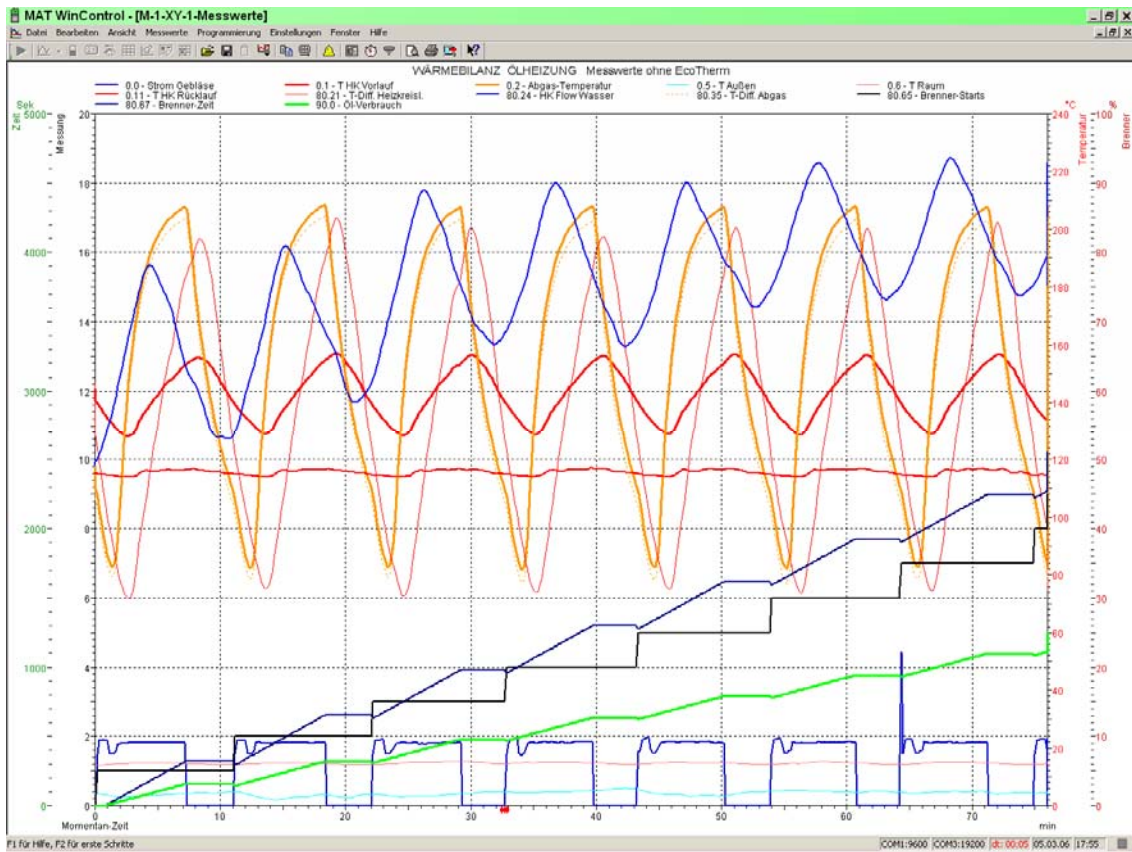


Grafik 1 Gesamt – Bildschirmdarstellung

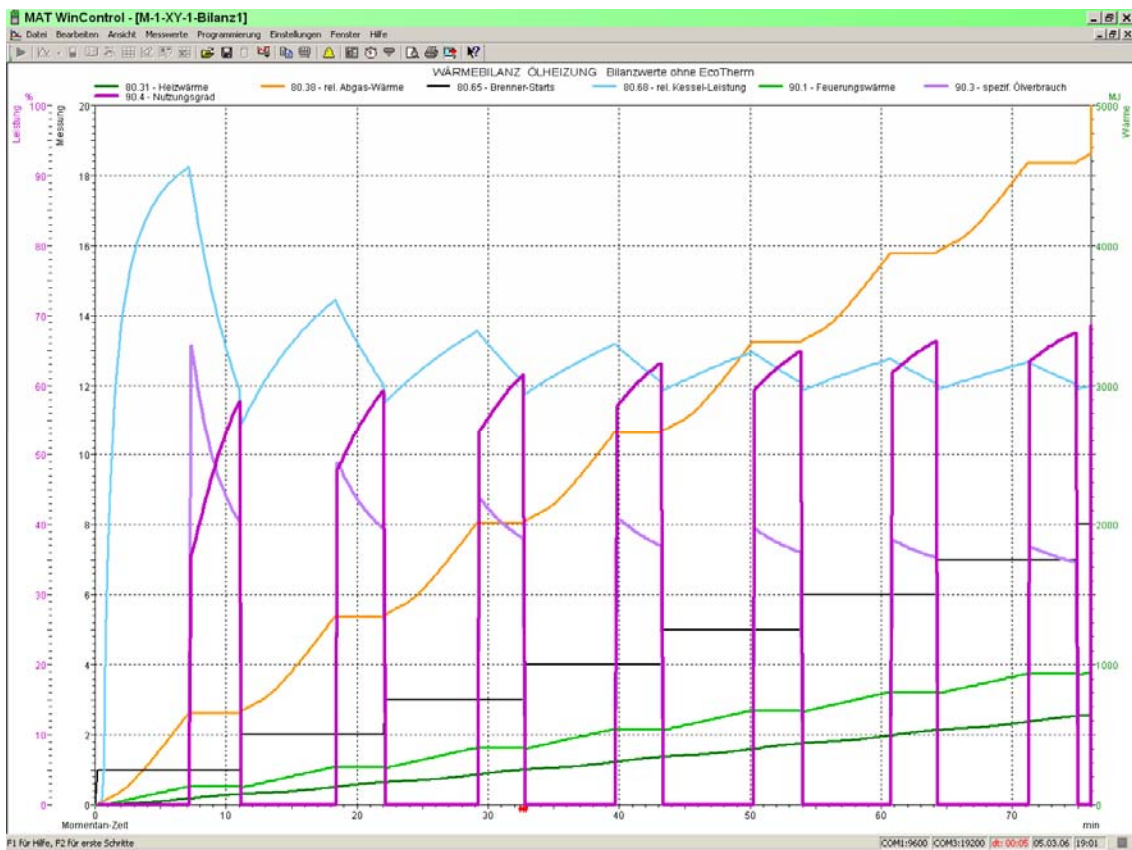
Die Grafiken 2 und 3 zeigen die Mess - Ergebnisse und die berechneten Werte (Bilanz – Werte)

- **Relative Kessel – Leistung**
- **Feuerungs - Wärme**
- **Nutz - Wärme**
- **Nutzungsgrad**
- **Relative Abgas – Wärme**
- **Spezifischer Öl - Verbrauch**

ohne EcoTherm 2000.

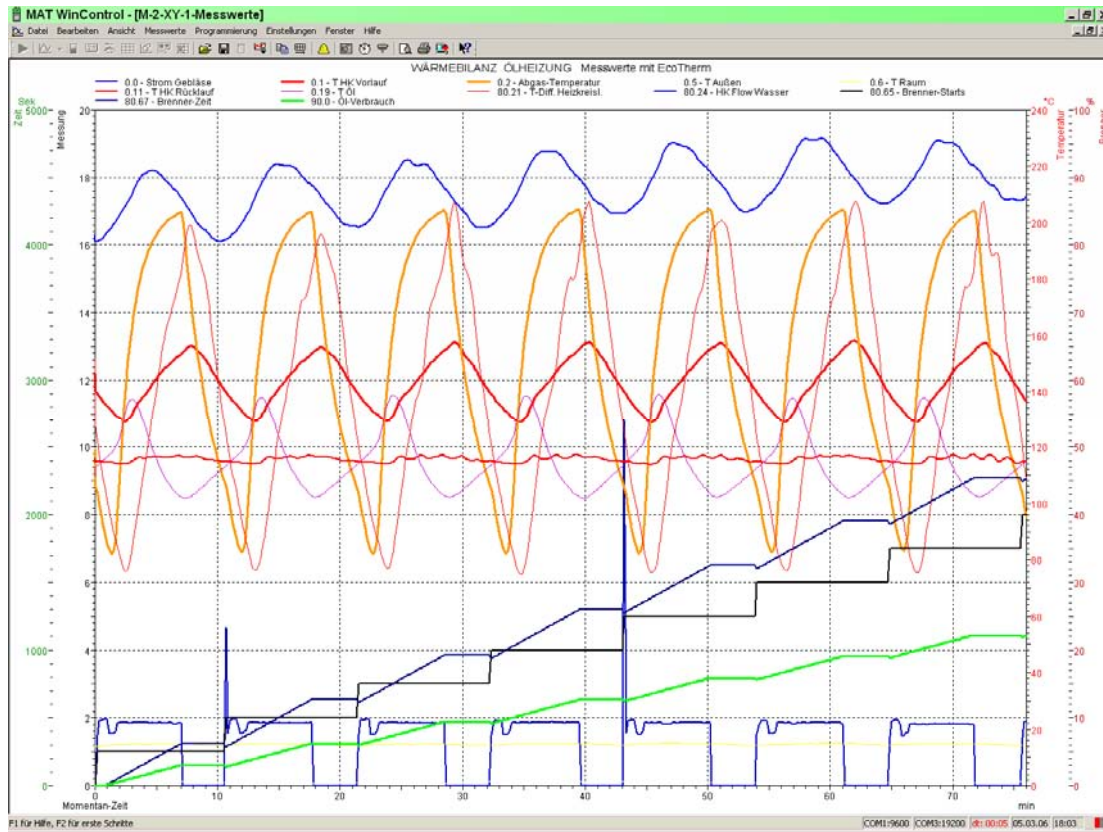


Grafik 2 Mess - Werte ohne EcoTherm

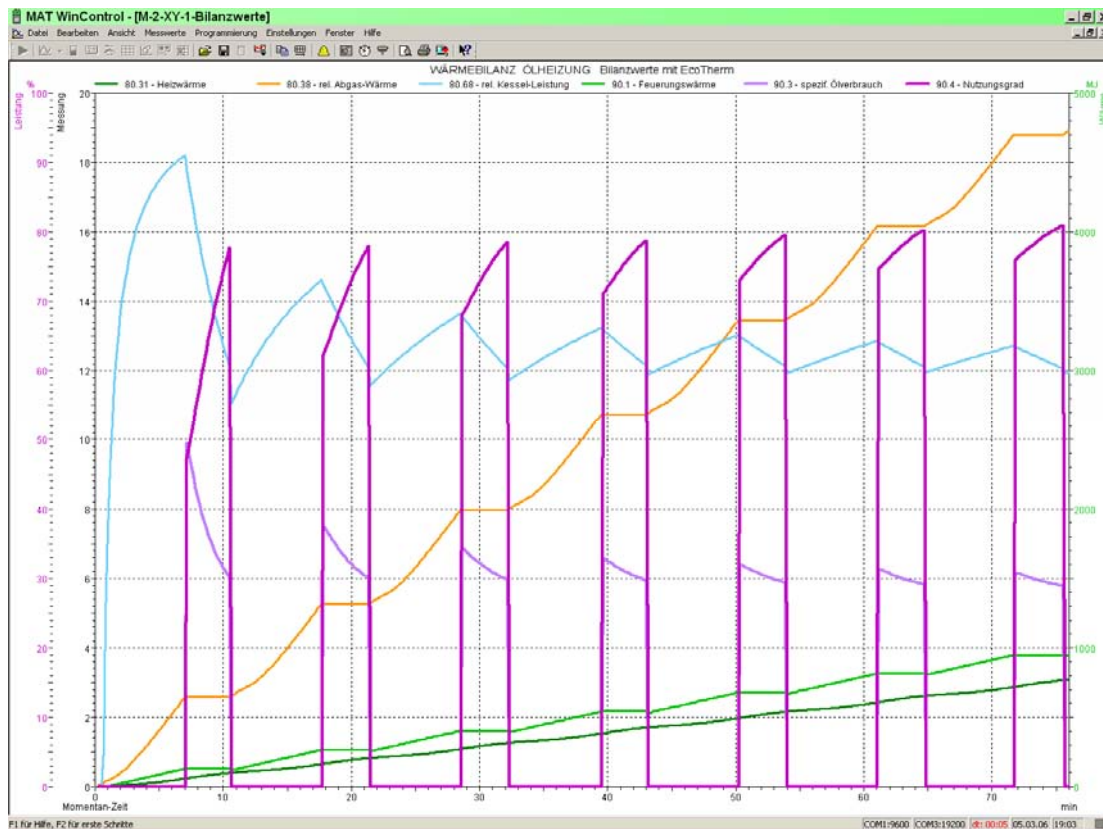


Grafik 3 Bilanz - Werte ohne EcoTherm

Die Grafiken 4 und 5 zeigen die Mess - Ergebnisse und die berechneten Werte mit EcoTherm 2000.

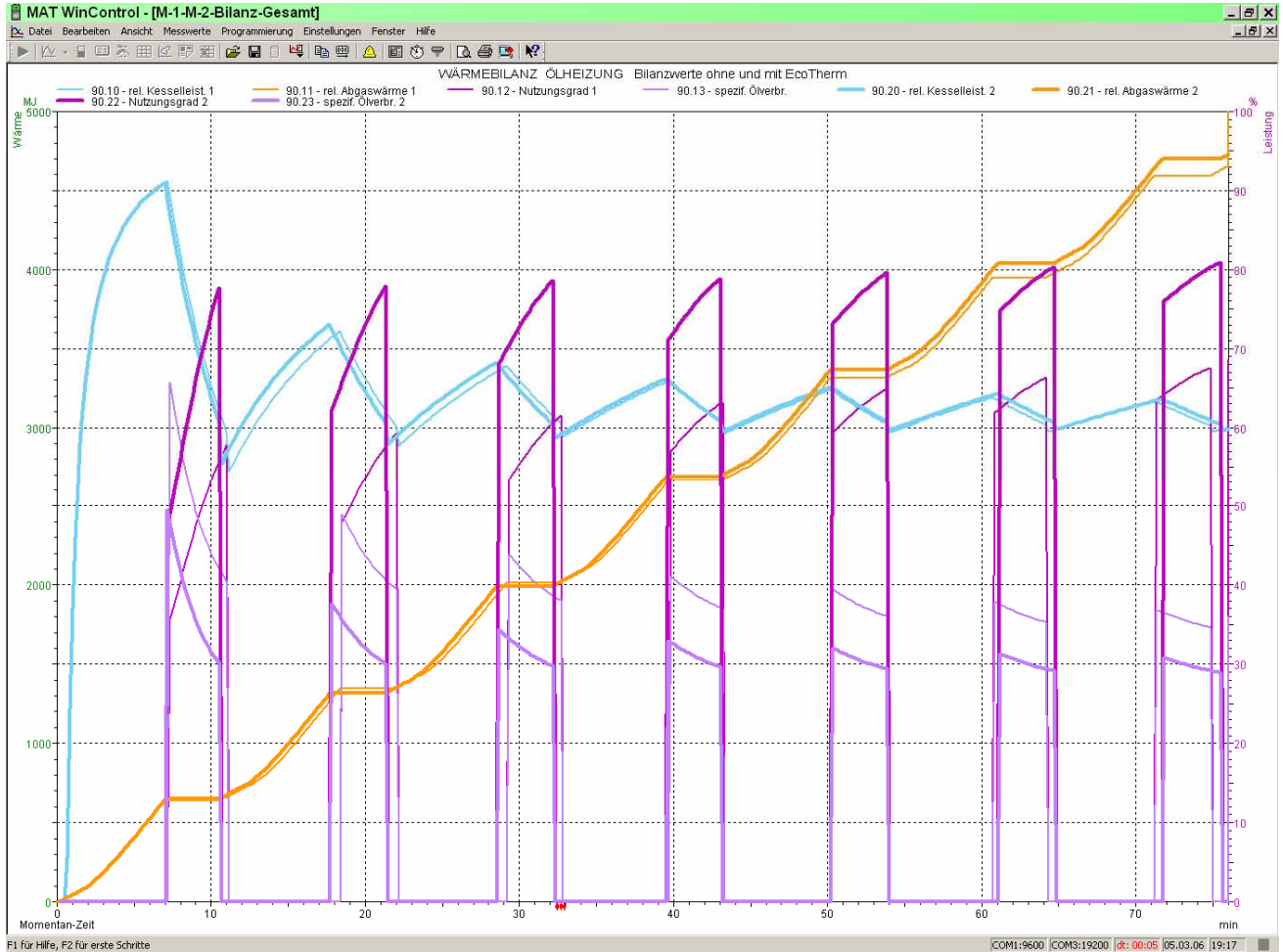


Grafik 4 Mess - Werte mit EcoTherm



Grafik 5 Bilanz - Werte mit EcoTherm

Den Vergleich der Werte relative **Abgaswärme**, relative **Kesselleistung**, **Nutzungsgrad** und **spezifischer Gasverbrauch** ohne und mit EcoTherm zeigt die Grafik 6. Die dünnen Linien zeigen das Ergebnis *ohne* EcoTherm und die dicken Linien das Ergebnis *mit* EcoTherm.



Grafik 6 Vergleich Bilanzwerte ohne und mit EcoTherm

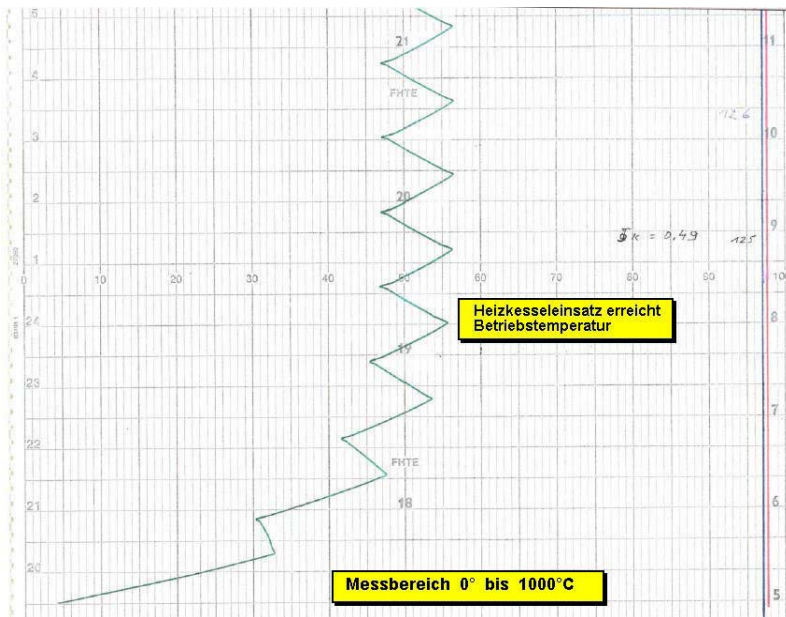
Den **Temperaturverlauf** während der gesamten Messung zeigt Tabelle 1 :

| Durchschnitt Temperatur in °C | | | |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| Außentemperatur | | Raumtemperatur | |
| Messung 1 | Messung 2 | Messung 1 | Messung 2 |
| 4,26 | 1,16 | 14,74 | 14,68 |

Tabelle 1 Temperaturverlauf

Die mittlere Öl – Temperatur betrug über die gesamte Messung 9,62°C.

Die hohe Wärmespeicherkapazität des Heizkesselersatzes zeigt den Temperaturverlauf in der Scheibe in der Aufheizphase nach Einsetzen des Speichers – Grafik 7 :



Grafik 7 Temperaturverlauf im Heizkesselersatz

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

Das Gesamt - Ergebnis der Messung zeigt Tabelle 2:

| Gesamtergebnis | | | |
|---|---------------|--------------|-----------------------|
| Wert | ohne EcoTherm | mit EcoTherm | Verhältnis mit : ohne |
| Brenner - Zyklen | 7 | 7 | 100,00% |
| relative Kessel - Leistung % | 60,25 | 60,38 | 100,22% |
| Öl - Verbrauch l | 21,96 | 22,20 | 101,12% |
| Feuerungswärme MJ | 937,52 | 947,98 | 101,12% |
| Nutz - Wärme MJ | 633,62 | 767,24 | 121,09% |
| Nutzungsgrad % | 67,58 | 80,93 | 119,75% |
| relative Abgas - Wärme | 4591,00 | 4699,40 | 102,36% |
| spezifischer Ölverbrauch l Öl / MJ Nutzwärme | 34,652 | 28,936 | 83,51% |

Die relative Einsparung *zum Zeitpunkt der Messung* beträgt damit

16,49 %

bezogen auf den spezifischen Ölverbrauch.

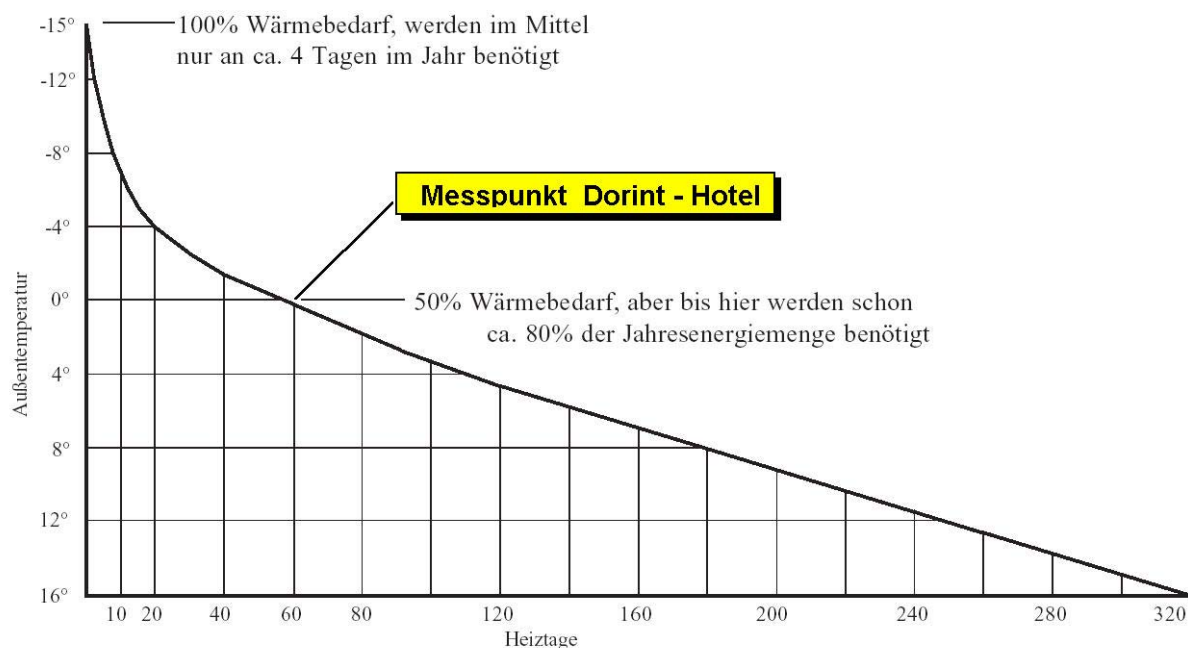
8. Bewertung der Ergebnisse

Wie ist das Ergebnis zu bewerten?

Es wurde eingangs dargelegt, 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.

Eine Abschätzung liefert die nachfolgende Grafik 8. Sie zeigt den Wärmebedarf in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Der Punkt der durchgeführten Messung ist eingetragen. Als Ordinate kann anstelle der Außentemperatur auch die relative Kessel – Leistung aufgetragen werden. Man erhält dann einen ähnlichen Kurvenverlauf, da die Kesselleistung mit sinkender Außentemperatur ansteigt. **Der Messpunkt befindet sich also deutlich über dem jahreszeitlichen Mittel !**

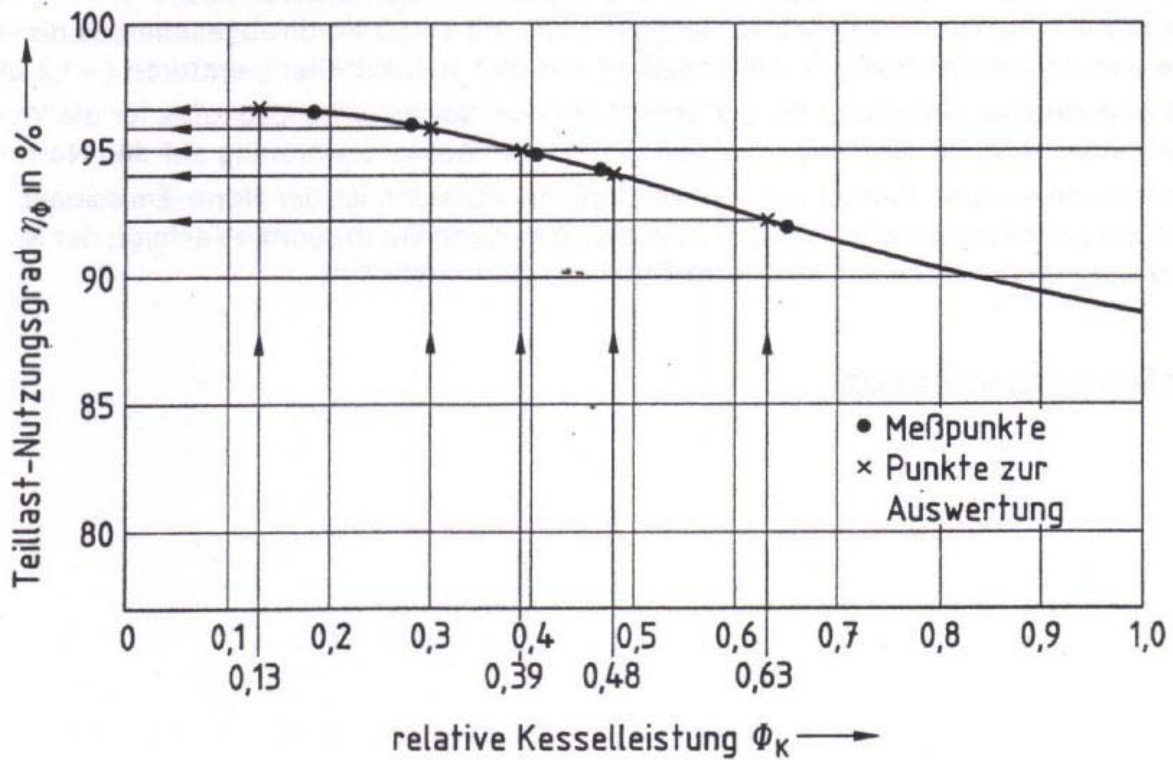
Der Wärmebedarf eines Gebäudes



Grafik 8 Abhängigkeit des Wärmebedarfs von der Außentemperatur

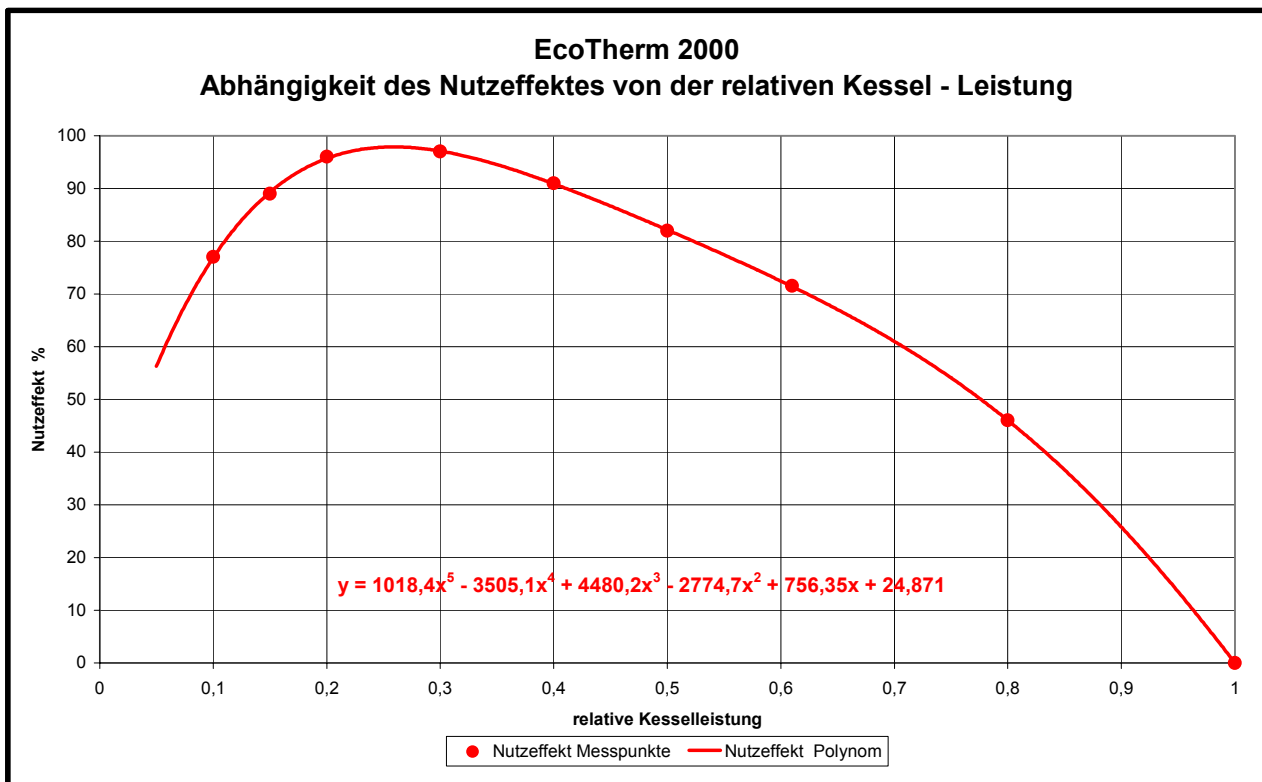
Der Nutzungsgrad einer Heizungsanlage, unabhängig davon, ob es eine Gasheizung oder Ölheizung ist, hängt jedoch von der relativen Kessel – Leistung ab. Wie die Grafik 9 - entnommen aus der DIN 4702 Teil 8, Ausgabe März 1990, Bild 2 – zeigt, **steigt mit sinkender Kessel – Leistung der Nutzungsgrad !** Bei älteren Kesseln ist die Abhängigkeit stärker, als sie im Bild ausgewiesen wird.

Das bedeutet, daß mit der Optimierung von Heizkesseln – egal mit welcher Massnahme – der Nutzungsgrad ansteigt !



Grafik 9 Bild 2 der DIN 4702 Teil 8, Ausgabe März 1990

Ganz ähnlich verhält sich die Abhängigkeit des Nutzeffektes von EcoTherm 2000 von der relativen Kessel – Leistung. Die Abhängigkeit ist allerdings wesentlich stärker, wie die Grafik 10 zeigt :



Grafik 10 Abhängigkeit des Nutzeffektes von EcoTherm 2000 von der relativen Kessel - Leistung

Bei einer relativen Kessel – Leistung von 100 % ist der Nutzeffekt von EcoTherm 2000 gleich Null. Das ist physikalisch auch erklärbar und logisch, da bei Voll – Last ein thermodynamischer Gleichgewichtszustand erreicht wird und auch die Anfahr-, Abfahr- und Stillstandsverluste gleich null werden.

Ausgehend von Grafik 10 ist zu erwarten, dass der Nutzeffekt des Heizkessel Einsatzes im jahreszeitlichen Mittel um ca. 15 bis 20 % höher liegt als das ausgewiesene Ergebnis.

Welche Rolle spielt die online – Messtechnik ?

Die Messungen haben gezeigt, dass mit der 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 WinControl / MAT Heiz 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 (wie benutzt) oder auch induktive Durchflussmesser zur Verfügung. Die Gas – Messung und die Temperaturmessstellen sind bereits vorhanden.

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

9. Zusammenfassung

- Es wurde an einer Ölheizungsanlage für das Dorint – Hotel Arnsberg - Neheim der Effekt der Einsparung durch den Heizkammer – Einsatz EcoTherm2000 untersucht.
- Das Ergebnis zeigt einen positiven Effekt.
- Der Nutzeffekt ist von verschiedenen Randbedingungen, insbesondere von der relativen Kessel – Leistung, abhängig.
- Mit sinkender Kessel – Leistung steigt der Nutzeffekt von EcoTherm 2000.
- 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.
- Da bereits ein Wärmemengenmesser im Einsatz ist und die Temperaturmessstellen vorhanden sind, wird der Einsatz der online – Bilanzierungsmessung empfohlen. Dazu sind die Installation eines Ölzählers mit Impulsausgang sowie der Software MAT WinControl und MAT Heiz notwendig.
- Die Original – Messwerte sowie eine Demo – Version der Software MAT WinControl liegen auf CD vor und können gegen eine Schutzgebühr angefordert werden.

