

TESTBERICHT NR. T 95901 – 04 / 2006

Datum: 28.04.2006
Kunde: EcoTherm2000 Deutschland / Rotenburg a.d. Fulda
Einsatzgebiet: Heizungstechnik
Einsatzbereich: Ölheizung für Großkunden
Datum der Messung: 25. bis 27.04.2006
Durchführung der Messung: Dr. Frank Dinger / MAT
Mess – Ort: Family – Park Bydgoszcz / Polen

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 neuen

- **EU – Richtlinie zur Energieeinsparung vom 14.03.2006**

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. Die Messung des tatsächlichen Energieverbrauchs wird deshalb in ihrer Bedeutung sehr stark ansteigen !**

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 Software **MAT WinControl Energy** 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 anteiligen Prozentsatz in den **Jahresnutzungsgrad** eingeht, nämlich im Verhältnis der **relativen Kesselleistung** .

2. Möglichkeiten von Einsparungen auf dem Energiesektor

Folgende 4 Einsparmöglichkeiten sind generell gegeben:

A Optimierung der Wärmeerzeugung

Einsparung von

Emissionen
Energie
Kosten

B Optimierung des Wärmeverbrauchs

Einsparung von

Energie
Kosten

C Optimierung des Elektroenergieverbrauchs

Einsparung von

Energie
Kosten

D Optimierung der Energiekosten

Einsparung von

Kosten

Im Einzelnen kann dies sein:

A 1 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. **EcoTherm 2000**)

B 1 Optimierung der Peripherie

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

B 2 Optimierung des Nutzerverhaltens

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

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

3. Zielstellung der Untersuchungen

Zielstellung der Untersuchungen war die Ermittlung des Effektes des Heizungsgeräte – Einsatzes **EcoTherm2000** in einer Öl – Heizungsanlage. Bei gleicher Geräte – Einstellung und bei schwankender Last wurden über einen Zeitraum von jeweils 100 Minuten zunächst ohne und dann mit EcoTherm2000 eine Reihe von Messwerten ermittelt. Der Messpunktastand betrug **10 Sekunden**.

Heizungs – Typ :	HOVAL Uno - 3
Nenn – Wärmeleistung :	250 kW
Baujahr :	2004
Brenner:	Giersch R 30
EcoTherm 2000 – Typ :	400 mm

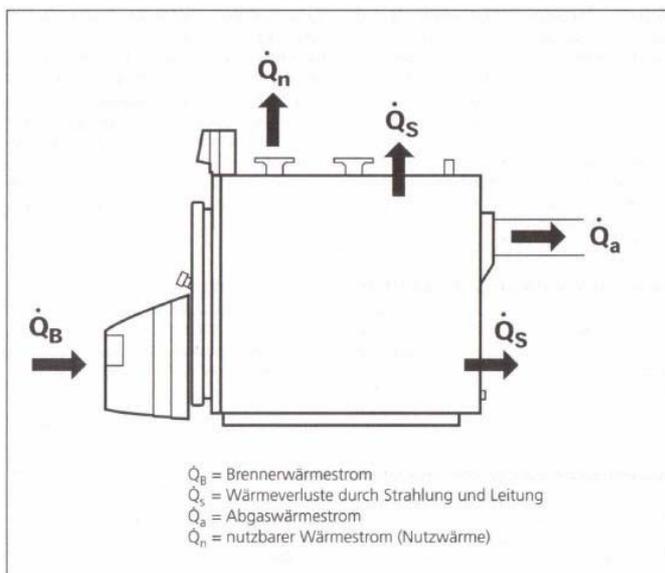
Über den gesamten Mess - Zeitraum waren die äußeren Bedingungen bei annähernd gleichbleibender Last nahezu konstant. Die Ergebnisse der Messung ohne und mit EcoTherm2000 sind durch die Berechnung der gesamten Energiebilanz im 10 - Sekunden - Takt ohne jede Einschränkung vergleichbar.

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 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
- Volumenstrom des Öles bzw. Gases
- Dichte des Öles bzw. Gases
- Massenstrom des Öles bzw. Gases
- **Brennerwärmestrom**

Tabellenwert

Messwert

Tabellenwert

berechneter Wert (aus T und Tabelle)

berechneter Wert

Bestimmung von Q_n :

- Vorlauftemperatur aller Kreisläufe
- Rücklauftemperatur aller Kreisläufe
- T – Differenz Vorlauf – Rücklauf
- Volumenstrom aller Kreisläufe
- Dichte des Wärmeträgers
- Massenstrom aller Kreisläufe
- Spezifische Wärme des Wärmeträgers
- **Nutzbarer Wärmestrom**

Messwert

Messwert

berechneter Wert

Messwert

berechneter Wert (aus T und Tabelle)

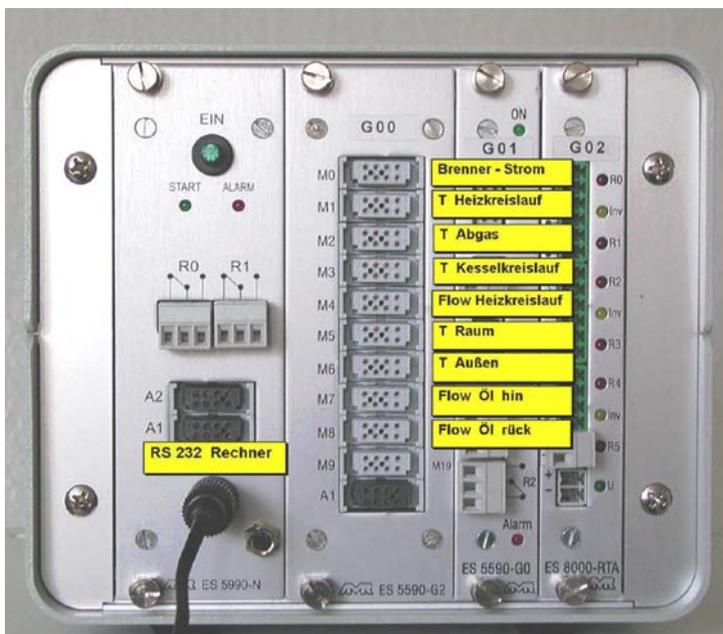
berechneter Wert

Tabellenwert

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 / Magnetventils wurde eingesetzt :



Zangenstromwandler

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

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

Zur Messung des **Öl – Durchflusses** wurden ein Zähler AQUAMETRO und zwei SATRONIC – Impulsgeber eingesetzt.

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

MAT WinControl Energy der Fa. MAT Kassel / Deutschland genutzt.

5. Bilder Heizungsanlage und Messtechnik



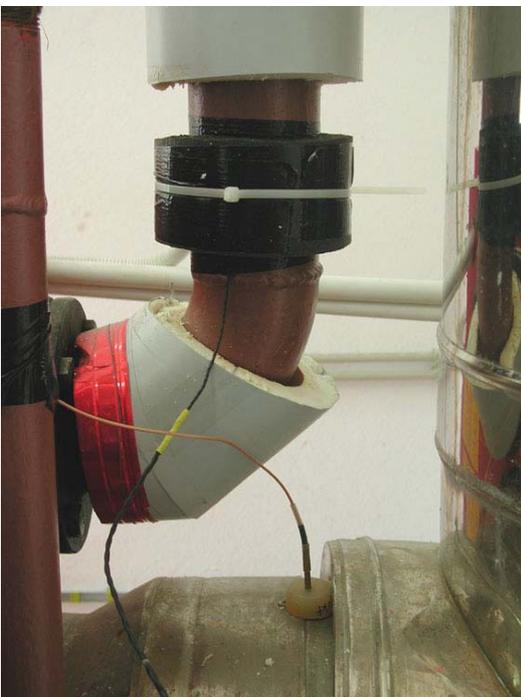
Gesamt – Anordnung



Ultraschall - Flow - Controller



Ultraschall - Flow - Sensor im Rücklauf



Temperaturmessung Abgas und HK - Vorlauf



Öl - Zähler im Vorlauf und Rücklauf



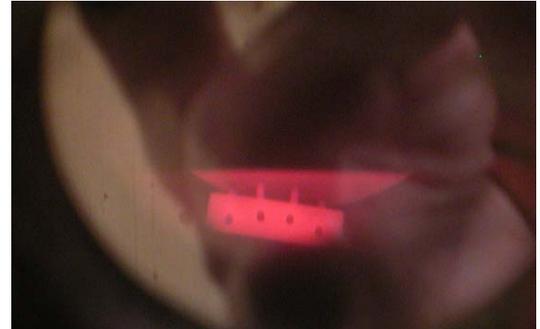
Brennkammer ohne EcoTherm2000 - Einsatz



Brennkammer mit EcoTherm2000 - Einsatz



EcoTherm vor dem Einsatz



EcoTherm in Betrieb

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 derjenigen der laut DIN 4702 geforderten Genauigkeit.

Folgende Werte wurden gemessen bzw. aus den gemessenen Werten berechnet. Dabei werden *Momentan* – Werte und *aufsummierte Werte* ermittelt und aufgezeichnet

MW **Momentan – Wert**

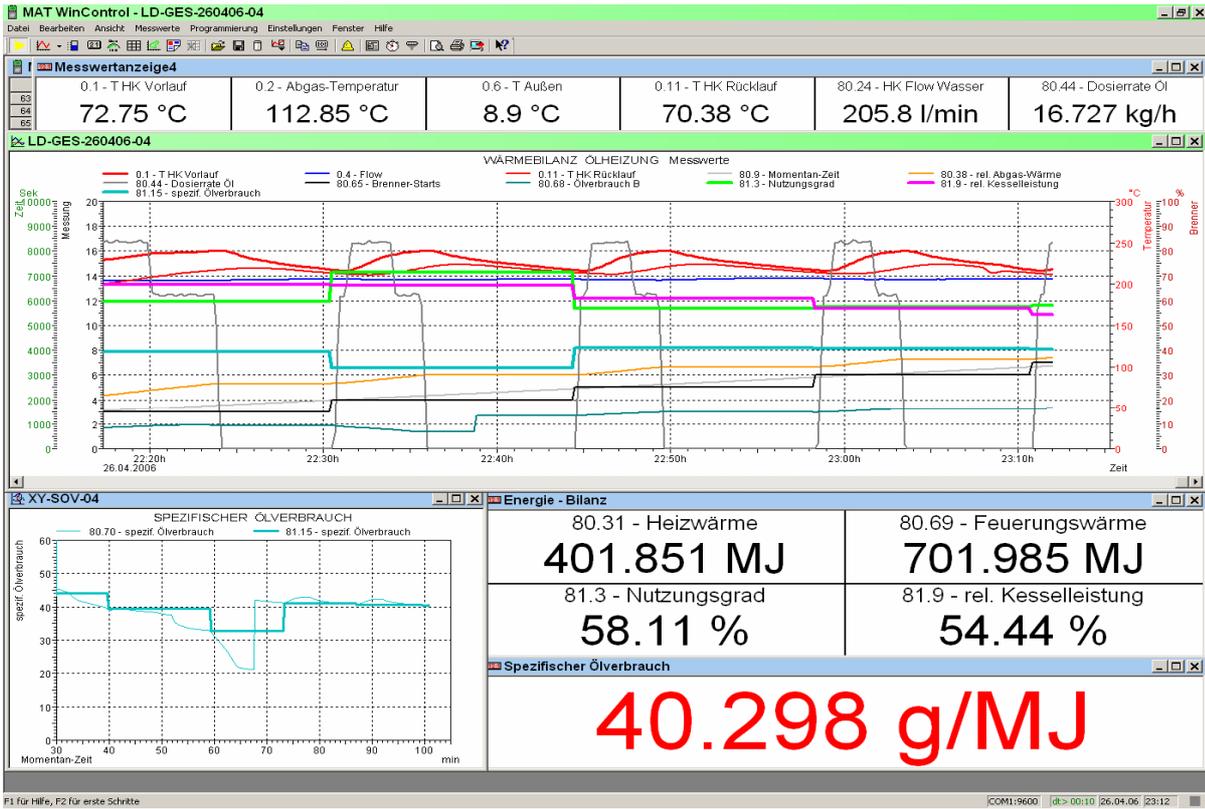
SW **Aufsummierter Wert**

Bezeichnung	Erläuterung	Einheit	
Mess - Kanäle			
Brenner – Strom :	Stromaufnahme des Ölbrenners, gemessen mit Zangenstromwandler	A	MW
T Vorlauf HK :	Temperatur des Vorlaufes – Heizkreislauf	°C	MW
T Rücklauf HK :	Temperatur des Rücklaufes – Heizkreislauf	°C	MW
T Abgas :	Abgas – Temperatur	°C	MW
T Raum :	Raumtemperatur	°C	MW
T Aussen :	Aussentemperatur	°C	MW
HK Flow Wasser :	zirkulierende Wassermenge im Heizkreislauf	l / min	MW
Öl – Durchfluss hin:	Öl – Volumen im Vorlauf	l	MW
Öl – Durchfluss rück:	Öl – Volumen im Rücklauf	l	MW
Rechen - Kanäle			
Momentan – Zeit :	bisher abgelaufene Mess – Zeit	sek	SW
T-Diff. Heizkreisl.:	Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur	K	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	kg	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	g / MJ	SW

7. Ergebnisse

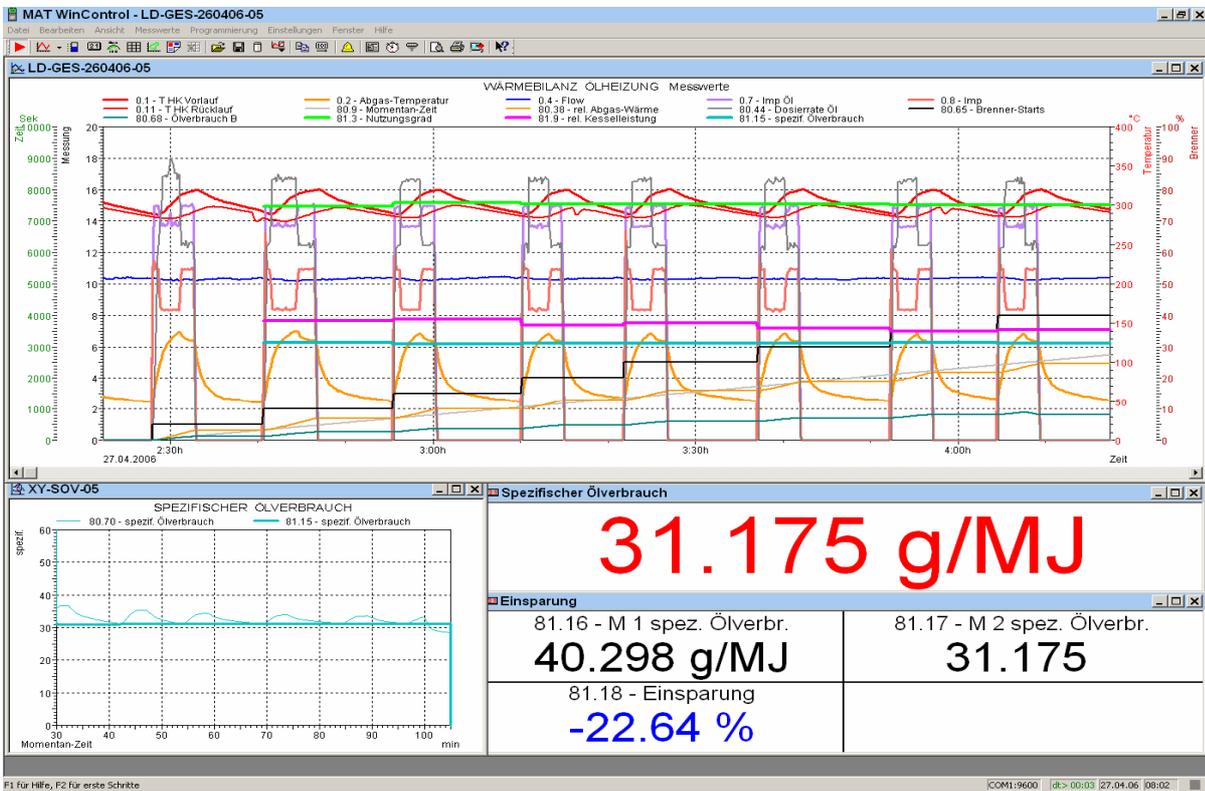
Die nachfolgende Grafik 1 zeigt die gesamte Bildschirm – Darstellung der Software MAT WinControl Energy am Ende der Messung 1 **ohne** EcoTherm.

- 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 / Wärmemenge / relative Abgas – Wärme in Abhängigkeit von der Mess – Zeit. Die Ergebnisse ohne / mit EcoTherm liegen **gleichzeitig** vor.



Grafik 1 Gesamt – Bildschirmdarstellung mit Ergebnis ohne EcoTherm

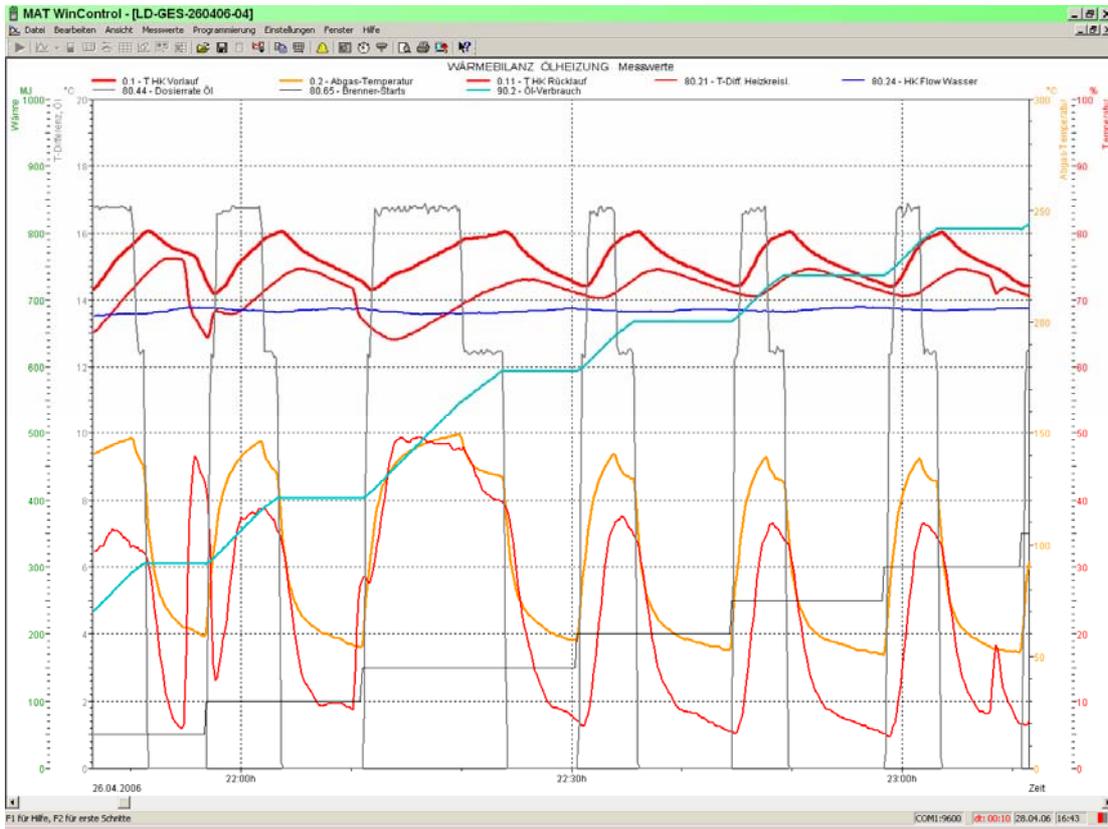
Grafik 2 zeigt das Ergebnis der zweiten Messung mit EcoTherm und das Gesamt – Ergebnis :



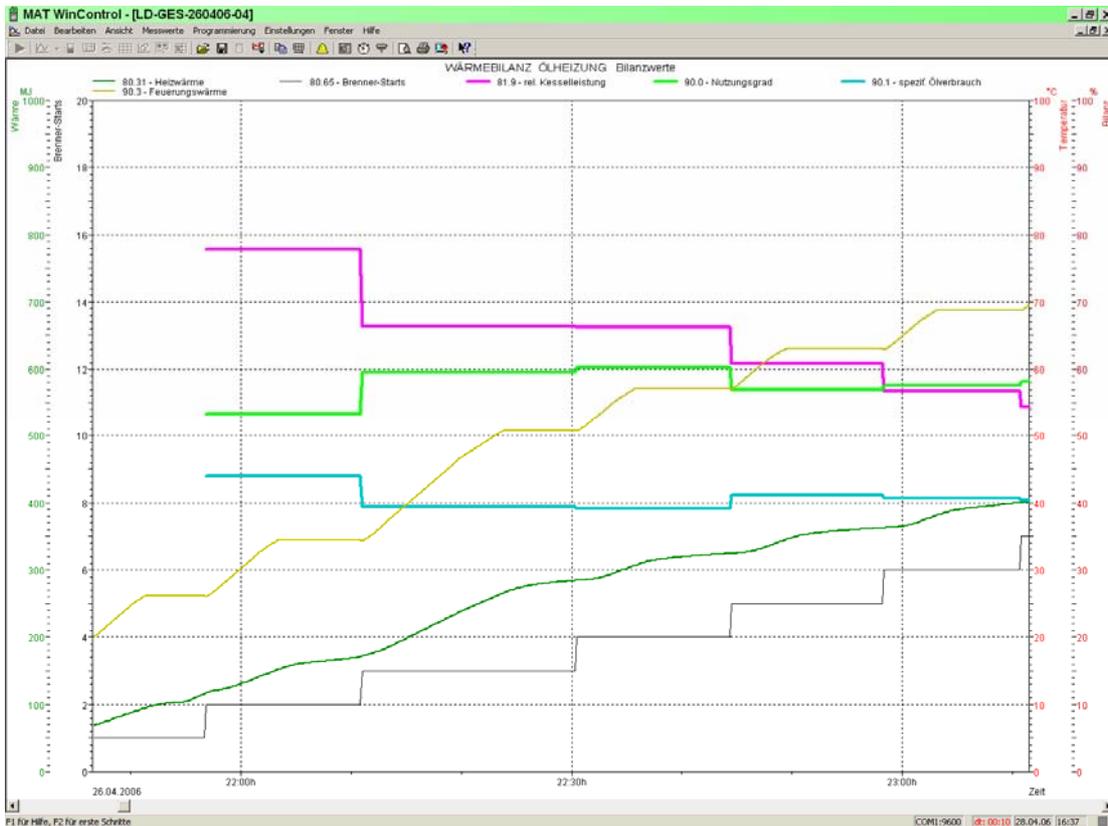
Grafik 2 Ergebnis mit EcoTherm und Einsparung

Beide Grafiken wurden bereits in der Veranstaltung von EcoTherm 2000 Polen am 27.04.2006 vorgestellt.

Die Messwerte und die Bilanz – Werte der Messung *ohne* EcoTherm zeigen die Abbildungen 3 und 4 :

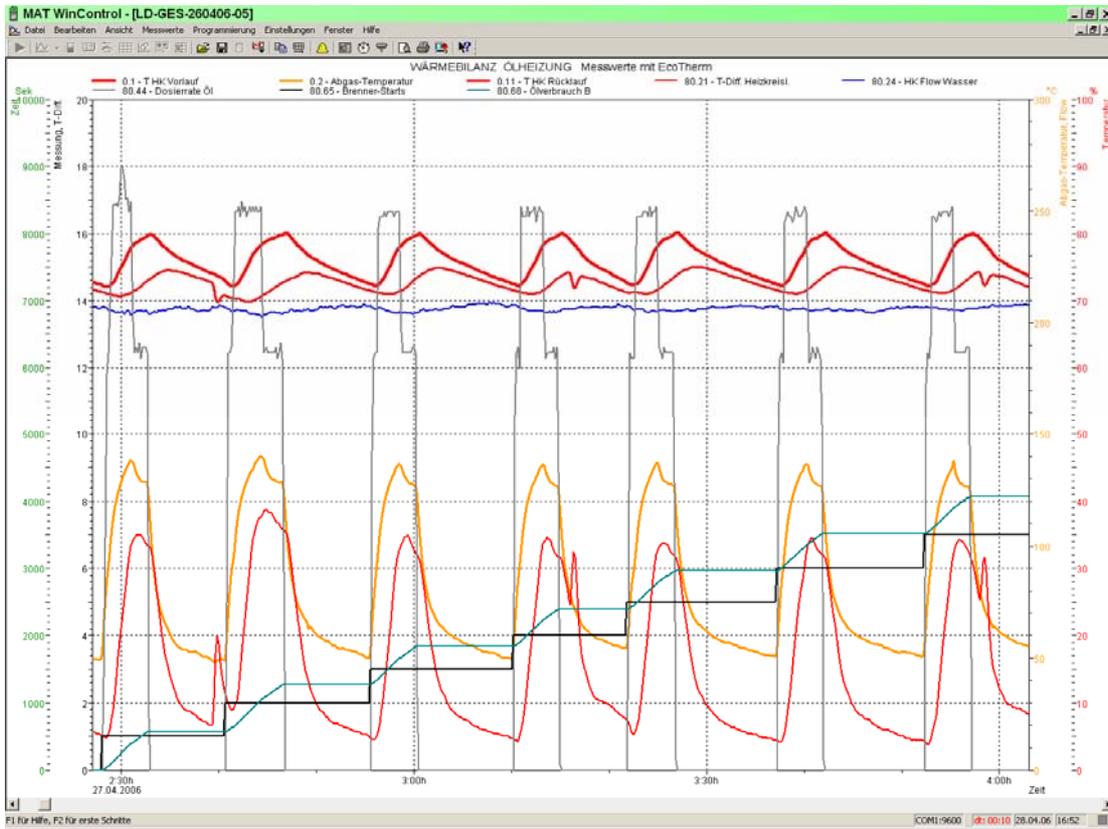


Grafik 3 Messwerte ohne EcoTherm

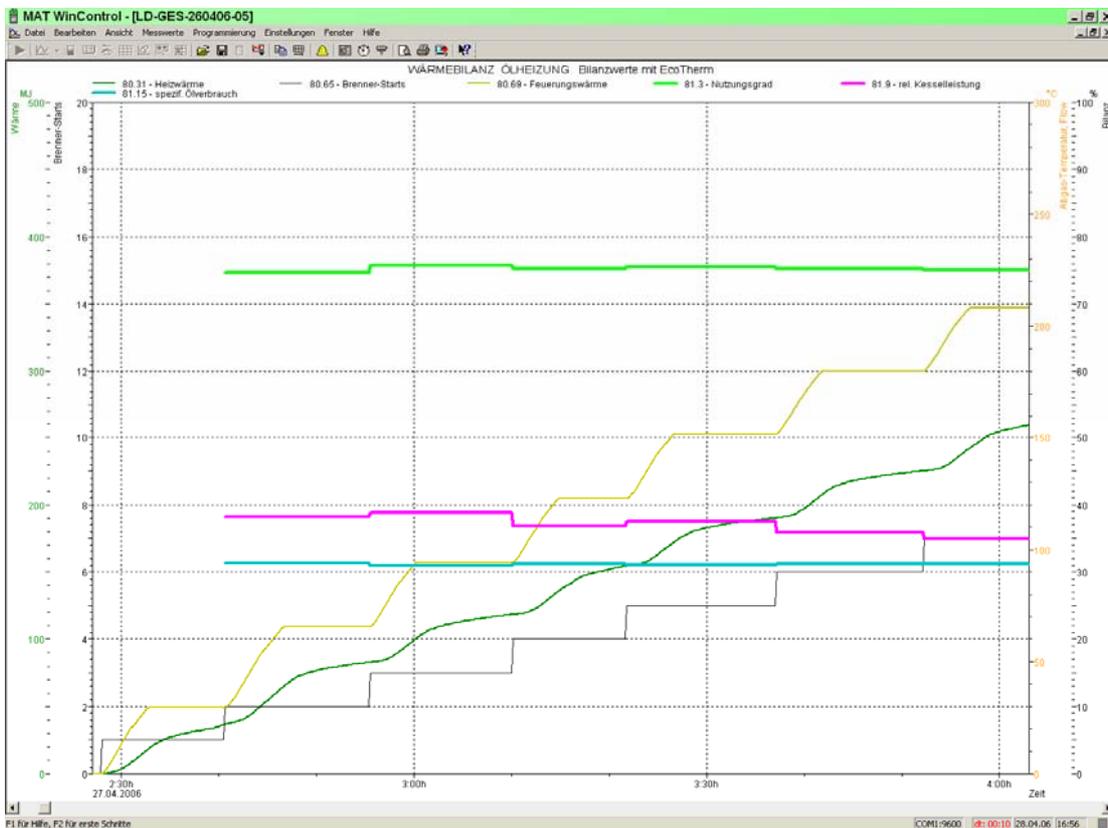


Grafik 4 Bilanzwerte ohne EcoTherm

Die Messwerte und die Bilanz – Werte der Messung mit EcoTherm zeigen die Abbildungen 5 und 6 :



Grafik 5 Messwerte mit EcoTherm



Grafik 6 Bilanzwerte 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
9,95	7,42	15,41	17,44

Tabelle 1 Temperaturverlauf

Das Gesamt - Ergebnis der Messung zeigt Tabelle 2:

Gesamtergebnis			
Wert	ohne EcoTherm	mit EcoTherm	Verhältnis mit : ohne
Brenner - Zyklen	7	8	114,29%
relative Kessel - Leistung %	54,44	35,41	65,04%
Öl - Verbrauch kg	16,150	8,146	50,44%
Feuerungswärme MJ	689,607	347,837	50,44%
Nutz - Wärme MJ	400,452	261,080	65,20%
Nutzungsgrad %	58,07	75,06	129,26%
relative Abgas - Wärme	3650,97	2182,69	59,78%
spezifischer Ölverbrauch g Öl / MJ Nutzwärme	40,329	31,201	77,37%

Die relative Einsparung *zum Zeitpunkt der Messung* beträgt damit

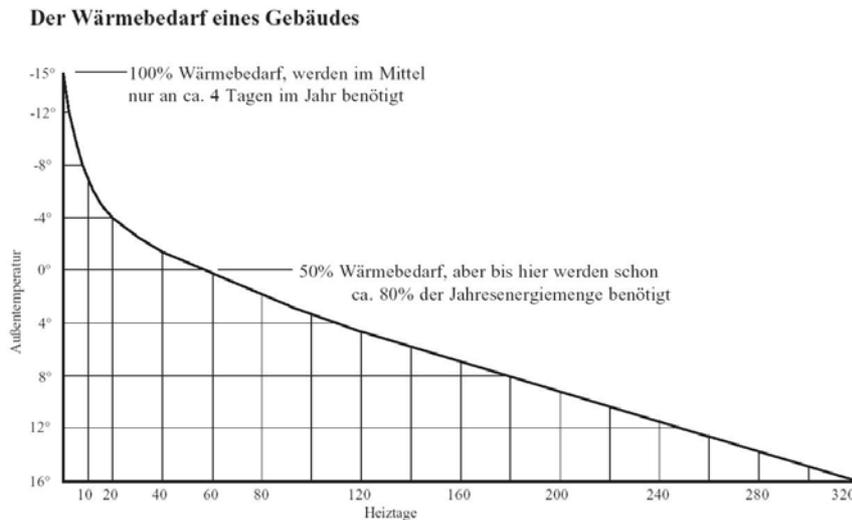
22,63 %

bezogen auf den spezifischen Ölverbrauch.

9. Bewertung der Ergebnisse

Wie ist das Ergebnis zu bewerten?

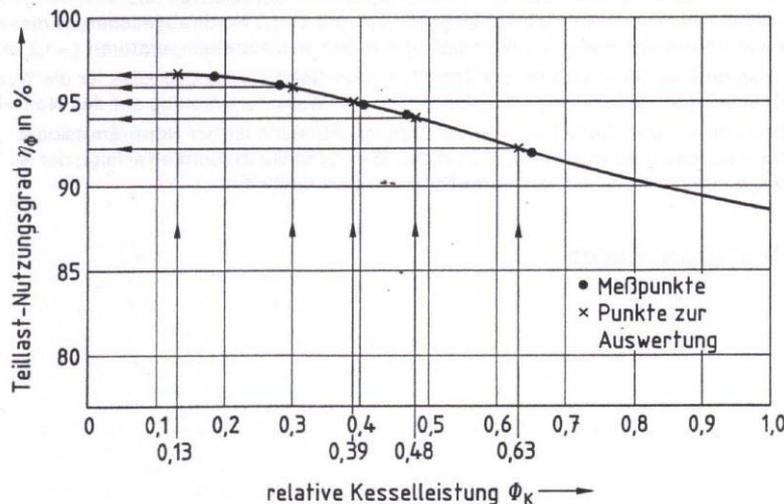
Es wurde eingangs dargelegt, dass die Messergebnisse eine Momentaufnahme darstellen, deren Werte nicht ohne weiteres auf den Jahresdurchschnitt hochgerechnet werden können. D.h. die Einsparung durch EcoTherm2000 kann im Durchschnitt *besser* oder *schlechter* als die ermittelten Ergebnisse sein. Eine Abschätzung liefert die nachfolgende Grafik 7. Sie zeigt den Wärmebedarf in Abhängigkeit von der Außentemperatur. 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 im Bereich des jahreszeitlichen Mittels !**



Grafik 7 Abhängigkeit des Wärmebedarfs von der Außentemperatur

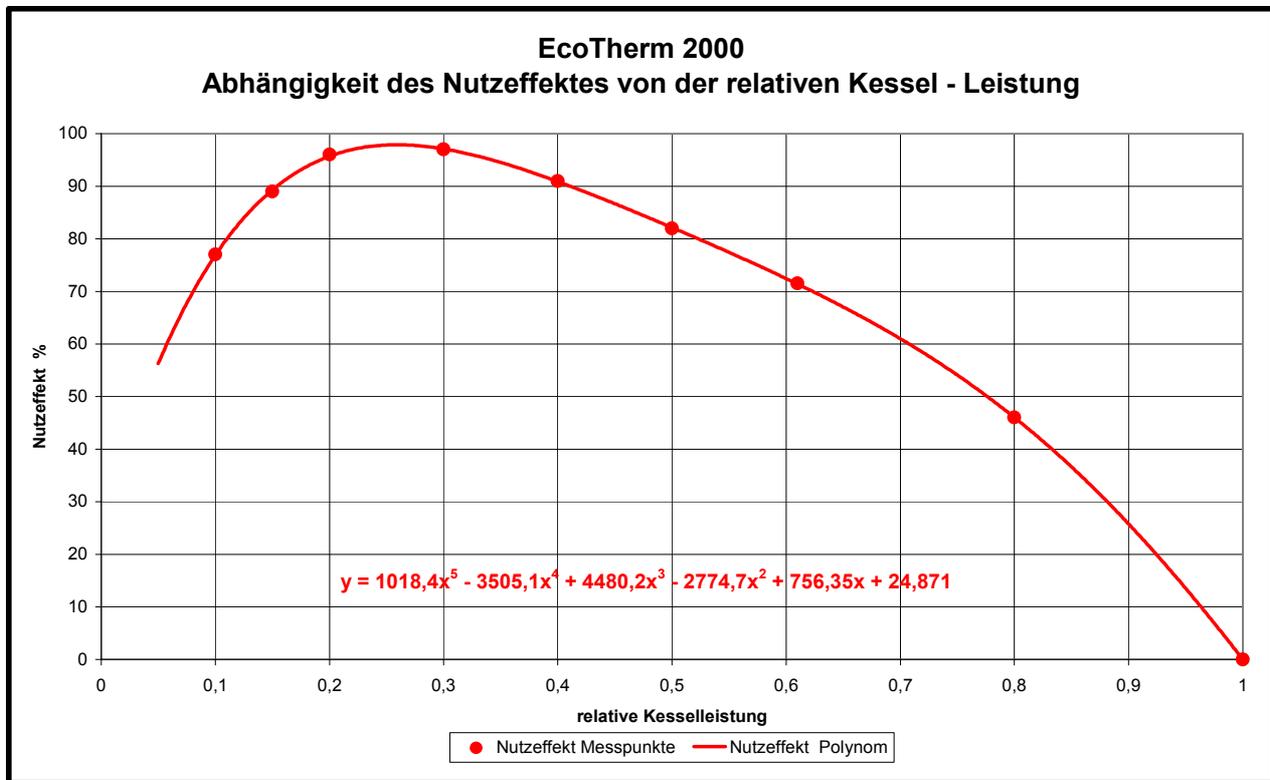
Der Nutzungsgrad einer Heizungsanlage, unabhängig davon, ob es eine Gasheizung oder Ölheizung ist, hängt jedoch von der relativen Kessel – Leistung ab. Wie die Grafik 8 - entnommen aus der DIN 4702 Teil 8, Ausgabe März 1990, Bild 2 – zeigt, steigt bei neuen Kesseln mit sinkender Kessel – Leistung der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

Das bedeutet, daß mit der Optimierung von Heizkesseln – egal mit welcher Massnahme - in der Regel der Nutzungsgrad ansteigt - d.h. es wird *doppelt* gespart!



Grafik 8 Bild 2 der DIN 4702 Teil 8, Ausgabe März 1990 Norm - Nutzungsgrad

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 9 zeigt :



Grafik 9 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 7 und 9 ist zu erwarten, dass der Nutzeffekt des Heizkessel-einsatzes im jahreszeitlichen Mittel etwas unterhalb des ausgewiesenen Ergebnisses liegt.

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 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 (wie benutzt) oder auch induktive Durchflussmesser zur Verfügung. Die Gas – Messung ist in der Regel vorhanden, und die Temperaturmessstellen und Ölzähler sind ohne größeren Aufwand verfügbar.

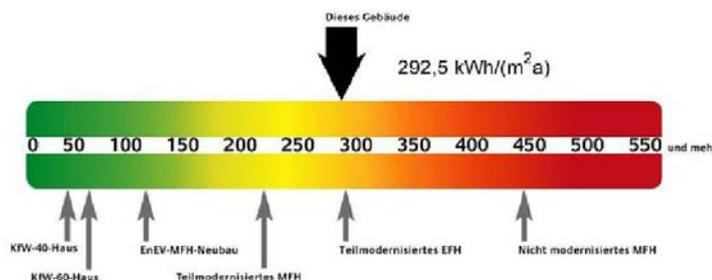
Bei Nutzung der online – Messtechnik sind durch weitere gezielte Optimierungsmaßnahmen, z.B. Absenkung der Raumtemperatur und Optimierung der zeitlichen Absenkung, weitere Einsparmöglichkeiten vorhanden.

10. Zusammenfassung

- Es wurde an einer Ölheizungsanlage für einen Familypark 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 2 möglich.
- Der Durchflussmesser im Wasserkreislauf und die Temperaturmessungen im Vorlauf und Rücklauf können durch einen Wärmemengenzähler ersetzt werden, so dass im einfachsten Fall folgende Gerätekonfiguration eingesetzt werden kann:

Öl- / Gaszähler	mit Impulsausgang
Wärmemengenzähler	mit Impulsausgang
Temperaturmessung im Abgas	

- Die Datenerfassungsanlage ist beliebig erweiterbar. Es können bis zu 900 Messwerte kontinuierlich abgefragt und erfasst werden. Damit ist es z.B. möglich, in einem Mehrfamilienhaus die verbrauchte Wärmemenge pro Wohnungseinheit zu überwachen und abzurechnen.
- Auch die verbrauchte Elektroenergie kann mit einem verfügbaren Modul abgerechnet werden. Damit ist eine Überwachung und ein Ausweis des Gesamt – Energieverbrauchs möglich. Der **Energie – Effizienzwert** des Objektes kann ausgewiesen werden:



Frank Dinger