

Kurzfristig Energie einsparen und Kosten senken – Möglichkeit oder Fiktion ?

Autor: Dr. Frank Dinger Mess- und Analystechnik Naumburg

Untertitel: **Energieeinsparung durch Optimierung der Wärmeerzeugung
und des Wärmeverbrauchs mit Hilfe von Online - Messtechnik**

Der ständig steigende Bedarf und Verbrauch von Energie, enorme Preissteigerungen und vor allem die Umweltsituation, die im letzten UN – Umweltbericht sehr deutlich dargestellt wird, machen es dringend erforderlich, sich schrittweise von fossilen Energieträgern zu verabschieden und neue Wege bei der Energieerzeugung zu gehen. Die Möglichkeiten dazu sind jedem bekannt und müssen nicht im Einzelnen aufgezählt werden. Das ist jedoch ein Prozess, der sich über einen langen Zeitraum hinziehen wird. Er wird vom Staat nach Kräften gefördert und beschleunigt. Die einzige Möglichkeit jedoch, auch *kurzfristig* große Mengen an Energie einzusparen, ist die Optimierung der zurzeit laufenden Anlagen zur Energieerzeugung mit dem Ziel der Erhöhung der Effizienz, d.h. des Wirkungsgrades, und der Senkung des Energieverbrauches. Eine Möglichkeit dazu wird in diesem Beitrag aufgezeigt – der Einsatz von online - Messtechnik zur Überwachung und Kontrolle der Wärmeerzeugung, des Wärmeverbrauchs und des Elektroenergieverbrauches.

Damit werden die Prozesse der Energieerzeugung und des Energieverbrauches transparent und es bieten sich Ansatzpunkte zur Optimierung an.

1. Grundsätzliche Möglichkeiten für Einsparungen

Da es eine sehr große Vielzahl von Möglichkeiten zur Einsparung von Kosten und von Energie gibt, steht als Ausgangspunkt immer die Frage:

Was will man erreichen, und wie und mit welchen Mitteln kann man es erreichen ?

Zuerst muss man sich deshalb klar werden, was man als Energie - Verbraucher überhaupt beeinflussen kann:

- Die Erzeugung der Elektroenergie kann man nicht beeinflussen !
- Den Verbrauch von Elektroenergie kann man beeinflussen !
- Die Erzeugung von Wärmeenergie kann man beeinflussen !
- Den Verbrauch von Wärmeenergie kann man beeinflussen !
- Die Kostenstruktur kann man beeinflussen !

Es macht Sinn, immer dort anzusetzen, wo die größten Einspareffekte mit dem geringstmöglichen Aufwand erzielbar sind. Im Gebäudebereich werden 80 bis 85% der Energie als Wärmeenergie verbraucht, der restliche Anteil als Elektroenergie. Im Gesamtmaßstab ist die Relation etwas anders, da ist das Verhältnis Wärmeenergie zu Elektroenergie etwa 40 zu 60. Daraus ergibt sich zwangsläufig, dass das Einsparpotential bei der Wärmeerzeugung und beim Wärmeverbrauch mit Abstand am größten ist. Es macht also keinen rechten Sinn, wenn man über den Einsatz von Energiesparlampen nachdenkt und die Wärme gleichzeitig völlig außer acht lässt.

Bei der **Optimierung der Wärmeerzeugung** mit dem Ziel einer Senkung des End - Energieeinsatzes und der Emission gibt es zwei Möglichkeiten:

Erstens die Optimierung der *Wärmeerzeugung* durch Einsatz *neuer* Technologien, Techniken und alternativer Energien. Dadurch wird eine Einsparung von Emissionen und Energie, aber *keine kurzfristige* Einsparung von Kosten erzielt, da die Refinanzierung der Investitionskosten durch die Einsparungen mittel- bis langfristig erfolgt.

Zweitens die Optimierung der *Wärmeerzeugung* durch Optimierung der *bestehenden* Anlagen. Dadurch kann eine kurzfristige Einsparung von Emissionen, Energie und Kosten erfolgen. Die entscheidende Frage ist, **wie** dies erfolgen kann. Ein möglicher Weg dazu wird nachfolgend aufgezeigt.

Auch die **Optimierung** – sprich Senkung – des **Wärmeverbrauchs** kann wiederum auf zwei Wegen erfolgen:

Erstens durch **technische Maßnahmen**, also bauphysikalische Maßnahmen – z.B. Sanierung des Gebäudes. Das ist nur durch einen z.T. erheblichen Einsatz finanzieller Mittel möglich.

Zweitens durch Änderung der **Verbrauchsgewohnheiten**. Dies ist die einfachste und kostengünstigste Art, Energie und Kosten zu sparen. Das Problem dabei ist, diese Einsparungen auch richtig nachzuweisen, damit der notwendige Anreiz dazu vorhanden ist. Auch hierzu wird ein möglicher Weg aufgezeigt.

Auch die **Optimierung des Elektroenergieverbrauchs** kann durch technische Maßnahmen und durch Änderung der Verbrauchsgewohnheiten erfolgen.

Letztlich kann man auch eine **Optimierung der Energiekosten** erreichen – durch Änderung der Bezugs- und Vertragskonditionen. Und hier abgestuft in der Reihenfolge Elektroenergie → Gas → Heizöl.

2. Bedeutung der Energieeinsparverordnung für das Ziel Energieeinsparung

Die Novellierung der EnEV ist im Jahr 2007 erfolgt. Bei den vergangenen und gegenwärtigen Diskussionen um die EnEV, um den Energieausweis und die energetische Bewertung von Gebäuden konnte man manchmal den Eindruck gewinnen, dass das eigentliche Ziel Energieeinsparung und vor allem Senkung der Emission – Ausgangspunkt war und ist schliesslich das Kyoto - Protokoll – etwas aus den Augen verloren wurde. **Energie sparen kann man auch ohne EnEV, Energieausweis und ohne dass Gebäude und Anlagen energetisch bewertet sind!**

Ebenso verhält es sich um die Diskussion **Energiebedarfsausweis** oder **Energieverbrauchsausweis**. Beide werden ja gleichwertig nach der Neufassung der EnEV zugelassen.

Was ist richtiger und besser – der Bedarfsausweis oder der Verbrauchsausweis? Es soll versucht werden, der Antwort auf diese Frage etwas näher zu kommen.

Im Februar - Heft 2006 der Zeitschrift **Gebäudeenergieberater** wurden erste Ergebnisse der Erarbeitung von Energieausweisen für Nichtwohngebäude vorgestellt. Dabei wurden sowohl Bedarf als auch Verbrauch ermittelt. Die Ergebnisse werden hier nochmals kurz zusammengefasst:

Bearbeiter	Bedarf in kWh/m ² a	Verbrauch in kWh/m ² a	V / B
Ingenieurbüro Lutz Dorsch Bonn	285	158	0,55
Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung Mainz (nur Heizung)	77	52,3	0,68
Envidatec Hamburg	368	146	0,40

Sieht man diese Ergebnisse, bemerkt man sofort, dass die Frage falsch gestellt ist. Sie muss lauten:

Was ist für wen richtiger und besser ?

Die Atmosphäre Sie interessiert nur der **Verbrauch** und die damit tatsächlich verbundene Emission ! Und die setzt sich zusammen aus Verbrauchswert multipliziert mit dem Abgas – Kennwert (CO₂-Konzentration und Abgasverlust). So gesehen erscheint auch die Schornsteinfeger - Messung in einem neuen Licht. Denn diese erfolgt bei Bedingungen, die statistisch gesehen nur bei 3 bis 4 % der Zeit im Jahr erreicht werden: Voll - Last der Heizungsanlage. Bei Teillast und als Durchschnittswerte können diese anders aussehen , nämlich niedriger.

Der Betreiber von Anlagen und Gebäuden

Auch ihn interessiert nur der tatsächliche **Verbrauch**, denn der verursacht die Kosten – nicht der Bedarf.

Der Käufer / Verkäufer von Immobilien

Ihn interessiert nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand der **Bedarf**. Denn der macht die Gebäude vergleichbar. Ob dies tatsächlich so ist, muß die Zukunft erst noch erweisen.

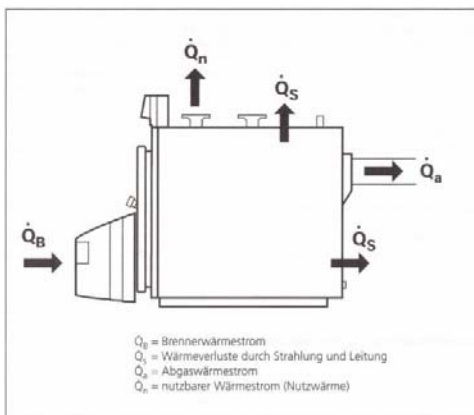
Die Messung des Verbrauchs setzt eines unbedingt voraus: Das Vorhandensein der entsprechenden **Messtechnik**. Denn der Verbrauch muss **genau** und **zum richtigen Zeitpunkt** ermittelt werden. Bei Gas ist dies kein Problem, denn Gaszähler sind grundsätzlich installiert. Bei Öl ist dies schon eher ein Problem, denn bei der Mehrheit der Öl - Heizungsanlagen sind *keine* Ölzähler installiert.

Zu einem weiteren Problem des Verbrauchsausweises. Allgemein wird diskutiert, dass darin **kein** Optimierungspotential enthalten ist – im Gegensatz zu dem Bedarfsausweis. Das trifft allerdings nur für einen Fall zu: wenn der Verbrauch nur in sehr großen Zeitabständen ermittelt wird. **Je kürzer die Zeitabstände werden und je besser der Verbrauch analysiert wird, desto größer wird das Optimierungspotential !** Geht man zu einer kontinuierlichen Erfassung und Aufzeichnung der Daten über, dann ist darin ein sehr großes Optimierungspotential enthalten: man erhält den **Energieverbrauchsausweis online !** Und wenn man noch einen Schritt weiter geht und nicht nur den Endenergieverbrauch (Gas, Öl), sondern auch den Heizenergieverbrauch mittels Wärmemengenzähler ermittelt und beide Größen auch noch miteinander verrechnet (Ergebnis: Wirkungsgrad), dann erhält man den **Energieeffizienzausweis online !**

3. Einsatz von Online – Messtechnik zur Überwachung der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs

3.1 Physikalische Grundlagen bei der Wärmeerzeugung

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:

$$\eta = Q_n / Q_B$$

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

Bestimmung von Q_B :

- Brennwert des Öles bzw. Gases Tabellenwert
- Volumenstrom des Öles bzw. Gases **Messwert**

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

Tabellenwert
berechneter Wert (aus Temperatur und Tabelle)
berechneter Wert

Bestimmung von Q_n :

- Vorlauftemperatur aller Kreisläufe
- Rücklauftemperatur aller Kreisläufe
- Volumenstrom aller Kreisläufe
- Massenstrom aller Kreisläufe
- Spezifische Wärme des Wärmeträgers
- **Nutzbarer Wärmestrom Q_n**

Messwert
Messwert
Messwert
berechneter Wert
Tabellenwert
berechneter Wert

Die erzeugte Wärme Q_n durch die Heizungsanlage ist immer gleich dem Wärmeverbrauch durch das Gebäude !

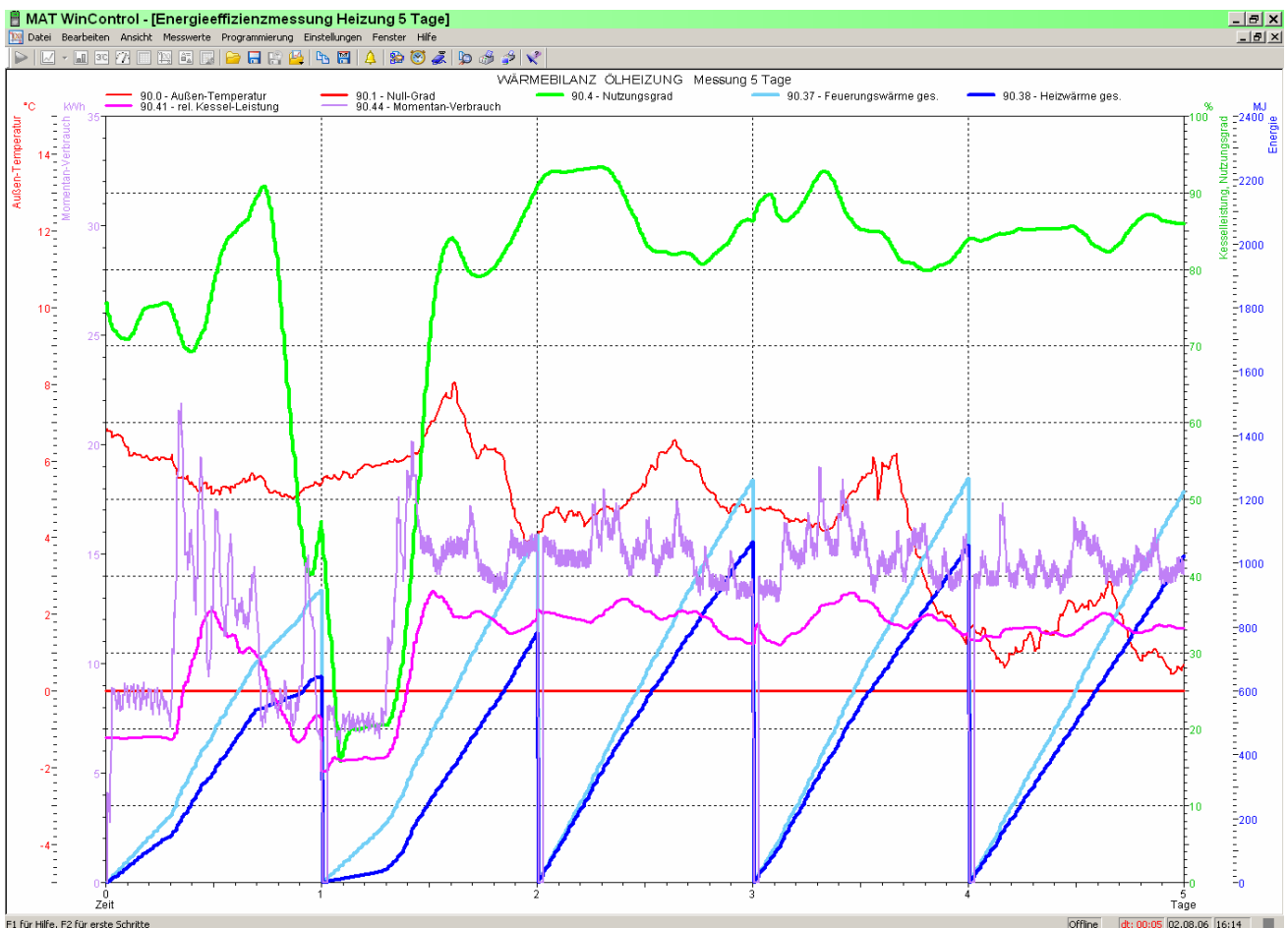
Entsprechend diesem Grundsatz kann durch Einsatz von Messtechnik gleichzeitig die Wärmeerzeugung und der Wärmeverbrauch überwacht und kontrolliert werden.

Es ist **nicht** allgemein bekannt, dass die Effizienz der Wärmeerzeugung, d.h. der Wirkungsgrad bzw. bei Zugrundelegung des Heizwertes der Nutzungsgrad, **keine** konstante Größe ist, sondern von der Last und von einer Vielzahl von Randbedingungen abhängt. Der Wirkungsgrad kann unter Betriebsbedingungen etwa zwischen 60% und 95% liegen.

Das bietet letztlich die Möglichkeit, sowohl den Endenergieverbrauch an sich als auch gleichzeitig den Wirkungsgrad zu verbessern, indem man beides kontinuierlich messtechnisch überwacht.

3.2 Messtechnische Ergebnisse

In Abbildung 1 werden Messergebnisse an einer Öl - Heizungsanlage mit einer Nennleistung von 100 kW über einen Zeitraum von 5 Tagen als Erfassung des Ist - Standes gezeigt :



Diese Abbildung zeigt allein schon sehr anschaulich, wie stark sowohl die Verbrauchswerte Öl und Wärme als auch die relative Kesselleistung und der Nutzungsgrad innerhalb kurzer Zeit schwanken können.

Der Prozess der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs wird sofort transparent – gleichzeitig werden aber auch sofort Fragen aufgeworfen !

Die Zuordnung der einzelnen Werte zur Farbe der zugehörigen Kurven sowie die durchschnittlichen Tages - Werte zeigt Tabelle 1 :

Bezeichnung	Durchschnittliche Tages - Werte					
		1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
Außen - Temperatur	°C	5,64	6,03	5,12	4,24	1,47
Endenergie	MJ	455,58	478,69	643,59	636,18	611,40
Nutzenergie	MJ	336,03	287,28	554,50	538,68	508,96
relative Kesselleistung	%	24,42	27,44	34,57	34,31	33,08
Nutzungsgrad	%	73,76	60,01	86,16	84,67	83,25
Momentan-Verbrauch	kJ/ZE	10,93	12,93	14,94	15,03	14,52

Eine Frage, die sich bei Ansicht der Kurven sofort aufdrängt, ist :

Warum sinkt der Nutzungsgrad (hellgrüne Kurve) vom 1. zum 2. Tag so enorm ab ?

Die Ursache war hier eindeutig nachweisbar : Der Wasser - Durchfluss im Heizkreislauf sank durch einen geringen Wärmebedarf stark ab. In diesem Zeitraum wäre es effizienter gewesen, die Heizung komplett abzuschalten.

Eine zweite Frage, die nicht eindeutig beantwortet werden konnte, lautet :

Warum bleibt vom 3. bis zum 5. Tag trotz sinkender Außentemperaturen der Ölverbrauch nahezu konstant ?

Hier könnte z.B. geändertes Verbraucherverhalten eine Rolle spielen.

Allein dieses eine Beispiel zeigt, dass durch den Einsatz der Messtechnik und die kontinuierliche Aufzeichnung und Darstellung der Daten der Prozess der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs besser beurteilt werden kann.

Gezielt durchgeführte Optimierungsmaßnahmen können im Messergebnis sichtbar gemacht werden.

Vier Beispiele sollen verdeutlichen, dass bestimmte Entscheidungen *ohne* den Einsatz von online - Messtechnik überhaupt *nicht* zu treffen sind.

Beispiel 1: Absenkung der Raumtemperatur und Optimierung des Lüftungsverhaltens

Die nachfolgenden Abbildungen 2 und 3 zeigen die Werte *vor* und *nach* einer solchen gezielten Optimierungsmaßnahme – hier die Senkung der Raumtemperatur und die Verbesserung des Lüftungsverhaltens :

Messung vor der Optimierung



Messung nach der Optimierung



Bei gleicher durchschnittlicher Außentemperatur von 1,7°C – nur dadurch ist ein realer Vergleich möglich – wurden

der Endenergieeinsatz (Ölverbrauch) von	1 397,6 MJ	auf	1 217,1 MJ	gesenkt
die relative Kesselleistung von	37,4 %	auf	33,1%	gesenkt
der Nutzungsgrad von	81,8 %	auf	84,9 %	erhöht

Das entspricht einer Öl - Einsparung von **12,9 %** . Die Fahrweise der Anlage ist wesentlich gleichmäßiger – schon allein dadurch werden Einsparungen wirksam, ähnlich wie beim Fahrverhalten bei KFZ.

Beispiel 2 : Lastoptimierung

In einem Hotel stehen zwei Heizungen mit je 720 kW nebeneinander und werden bei Bedarf entweder einzeln oder parallel gefahren.

Frage: Was ist besser: 1 Kessel mit einer Leistung von 50% zu fahren oder 2 Kessel mit einer Leistung von 25%? Diese Frage ist ohne Messtechnik **nicht** zu beantworten. Mit Messtechnik fährt man einen Tag die erste Variante und am zweiten Tag die zweite Variante. Es ergibt sich ein eindeutiges Ergebnis, das eine Entscheidung ermöglicht. Durch Lastoptimierung kann man beide Kessel in einem optimalen Wirkungsgradbereich fahren.

Ergebnis : **Beide Kessel müssen parallel mit gleicher Kessel – Leistung gefahren werden, da mit sinkender Kessel – Leistung in diesem speziellen Fall der Wirkungsgrad *zunimmt* !**

Beispiel 3 : Nachtabsenkung:

Was ist besser - den Kessel in der Nacht bei abgesenkter Vorlauftemperatur durchlaufen zu lassen oder in der Nacht abzustellen und eine halbe Stunde vor dem Bedarf einzuschalten? Auch diese Frage ist ohne Messtechnik **nicht** zu beantworten. Mit Messtechnik wiederum das gleiche: 1 Tag durchlaufen lassen und am zweiten Tag abstellen. Hier kann man das Beispiel noch erweitern: Beim Einschalten früh kann man die Vorlauftemperatur anheben, bis der Betriebszustand erreicht ist, und dann wieder absenken. In welchem Maße dies geschehen kann und soll, kann man wiederum durch die Messergebnisse entscheiden.

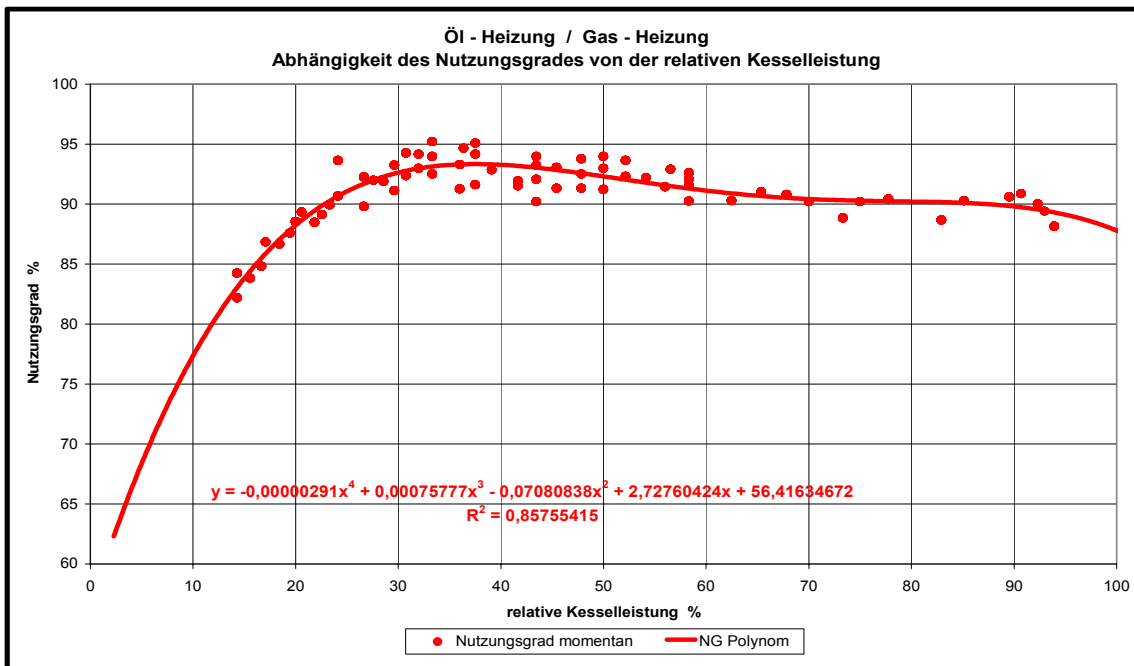
Ergebnis : **Es gibt *keine* pauschale Aussage, da das Ergebnis *immer* von den konkreten Bedingungen, z.B. der Wärmedämmung des Gebäudes, abhängt !**

Beispiel 4 : Wahl der richtigen Heizkurve

Im allgemeinen wird propagiert, dass an der Heizungsanlage eine mittlere Heizkurve (z.B. 1,2) eingeschaltet werden soll. Ob dies unter den gegebenen Randbedingungen und für die Nutzergewohnheiten des Verbrauchers tatsächlich optimal ist, ist in der Regel **nicht** bekannt. Man hat auch die Möglichkeit, bei gleicher Vorlauftemperatur auch mit unterschiedlichen Heizkurven zu arbeiten, indem man den Kurvensatz parallel verschiebt (Eichung). Erreicht werden damit unterschiedliche Taktungszeiten und damit unterschiedliche Nutzungsgrade. Hier kann man wiederum mehrere Einstellungen wählen und messtechnisch verfolgen – die Messergebnisse liefern die **Entscheidung** !

Setzt man die Messtechnik langfristig ein, so kann man sozusagen den **Norm – Nutzungsgrad**, entsprechend der DIN 4702 Teil 8, jeder Kesselanlage „unter Betriebsbedingungen“ messen. Eine Möglichkeit, die bisher in der Regel nicht realisiert werden konnte. Insbesondere bei Wärmeerzeugern, bei denen mehrere Kessel miteinander verschaltet sind (wie in Beispiel 2), bietet sich damit die Möglichkeit, durch eine Last – Optimierung in einem optimalen Nutzungsgrad – Bereich zu fahren und damit Öl oder Gas zu sparen.

Abbildung 4 zeigt das Beispiel einer Abhängigkeit des Nutzungsgrades von der relativen Kessel - Leistung bei einer Heizungsanlage unter Betriebsbedingungen :



3.3 Technische Realisierung

Für die technische Realisierung muss auf der einen Seite die zugeführte Energie in Form von Gas oder Öl mit Gas- oder Ölzählern und auf der anderen Seite die erzeugte Wärme mit Wärmemengezählern gemessen werden. Das ist kein größeres Problem und wird derzeit schon realisiert. Nicht ganz so einfach ist es, alle Daten miteinander zu verknüpfen und zu verrechnen und die Zielgrößen **Öl- / Gasverbrauch, produzierte Wärme, relative Kessel - Leistung und Nutzungsgrad** als Momentan - Werte, Tages - Werte, Wochen - Werte, Monats - Werte und Jahres - Werte auszugeben. Dazu hat **MAT Energy** entwickelt. Es ist sinnvoll, auch die Abgas - Messung mit den Werten Abgas - Verlust, feuerungstechnischer Wirkungsgrad, Lambda - Zahl, CO₂ - Konzentration und CO - Konzentration in die Messung mit einzubeziehen. Und das nicht nur als Einpunkt - Messung – wie die Schornsteinfeger - Messung, sondern mit Mittelwertbildung und Ausgabe im gleichen Zeitraster wie beschrieben. Auch dazu ist in der Software die Möglichkeit gegeben und seit Januar 2007 realisiert. **Die komplexe Auswertung und Aufzeichnung aller Daten rentiert sich natürlich erst ab einer bestimmten Größenordnung von Heizungsanlagen.** Im Grunde ist aber die technische Realisierung bei einer Heizungsanlage von 20 kW gleich der bei einer Anlage von 2 MW.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen einen Ölzähler und einen Wärmemengezähler für Kleinfeuerungsanlagen :



Ölzähler

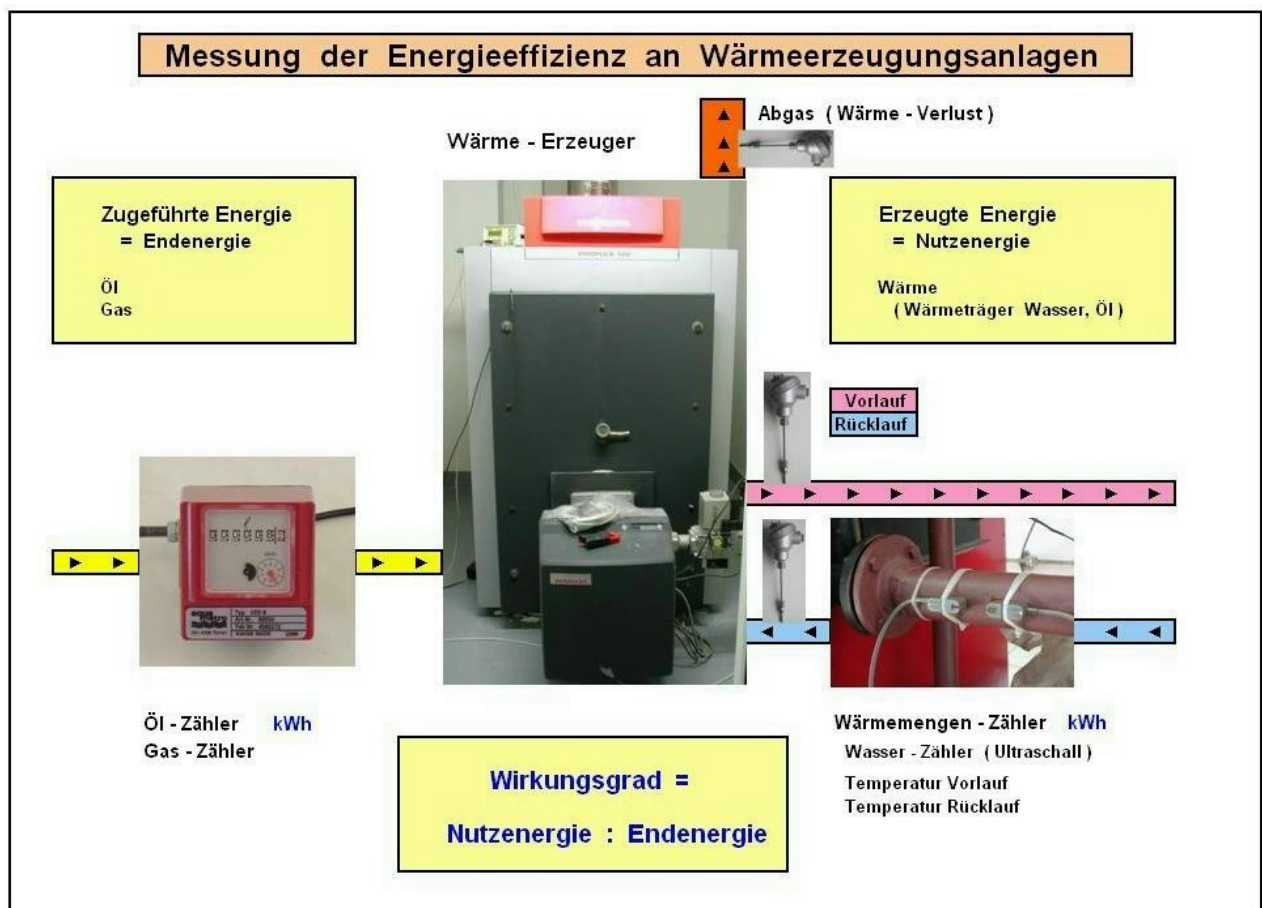


Wärmemengezähler

Anstelle der Online - Software - Auswertung kann hier eine offline - Auswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erfolgen. MAT hat dazu ein Excel - Programm entwickelt. Werden z.B. jeden Tag die Messwerte abgelesen und eingetragen, so sind auch hier erhebliche Optimierungseffekte möglich – bei einem vergleichsweise geringen Kostenaufwand. Abbildung 6 zeigt die Excel - Auswertung :

EINGABE			Primärenergie - Einsatz (Feuerungswärme)					Produzierte Wärme (Heizwärme)			Wärme - Bilanz		
Datum / Zeit	Zeitraum		Ölzähler Stand	Betriebsst. Gesamt	Ölverbrauch		Wärmemenge Zähler	Wärmemenge mom.	Wärmemenge kum.	Kessel- Leistung	Nutzungs- Grad	Jahres- Nutzungsgr.	
	mom.	kum.			mom.	mom.							Wärme- Zähler
	Stunden	Tage	l Öl	h	h	l	kWh	kWh	kWh				
14.3.06 13:30			1100,00	0,0			1000,0						
15.3.06 14:32	25,03	1,04	1112,55	4,3	4,33	12,55	12,55	1122,0	122,0	122,0	17,3	82,2	
16.3.06 15:02	24,50	2,06	1124,74	9,1	4,76	12,19	24,74	1240,0	118,0	240,0	19,4	81,8	
17.3.06 14:25	23,38	3,04	1139,01	13,0	3,88	14,27	39,01	1384,0	144,0	384,0	16,6	85,3	
18.3.06 13:44	23,32	4,01	1148,34	18,2	5,21	9,33	48,34	1470,0	86,0	470,0	22,3	77,9	
19.3.06 15:33	25,82	5,09	1158,22	23,2	4,98	9,88	58,22	1571,0	101,0	571,0	19,3	86,4	
20.3.06 12:55	21,37	5,98	1171,66	26,1	2,89	13,44	71,66	1692,0	121,0	692,0	13,5	76,1	
	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		0,0	0,0	0,0	0,0	
	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		0,0	0,0	0,0	0,0	
	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		0,0	0,0	0,0	0,0	

Für größere Heizungsanlagen sieht die Realisierung wie folgt aus :



Das Gesamt - System steht sowohl als **mobile Messtechnik** für Testmessungen und kurzfristige Messungen, unter Einsatz eines Ultraschall - clamp - on - Wasserzählers, als auch als **stationäre Messtechnik** zur Verfügung. Beliebige Daten - Fernübertragungen sind möglich.

Geht man bei einem mittleren Wärmeerzeugungssystem von einem Öl - Verbrauch von 50 000 l pro Jahr aus und wird durch Einsatz der Energieeffizienzmesstechnik eine Verbrauchsminderung von 10 % erzielt, so beträgt die Amortisationszeit ca. 1 bis 1,5 Jahre.

4. Zusammenfassung und Ausblick

- Es wurde gezeigt, dass bei einem kontinuierlichen und gezielten Einsatz von online - Messtechnik erhebliche Optimierungspotentiale erschlossen werden können.
- Die Prozesse der Wärmeerzeugung, des Wärmeverbrauchs und des Elektroenergieverbrauchs werden transparent.
- Jede Optimierungsmaßnahme, sei es durch technische Änderungen an der Heizungsanlage oder am Gebäude, oder durch Änderungen der Verbrauchsgewohnheiten, kann *kurzfristig* und *genau* nachgewiesen werden.
- Beispiele für Optimierungsmaßnahmen sind:

Optimierung der Heizungsanlage

- Reinigung Brennkammer
- Optimierung der Heizkurve (Vorlauftemperatur)
- Optimierung der Schalthysterese der Vorlauftemperatur
- Verbesserung der Wärmedämmung am Heizkessel
- Optimierung der Abgasverluste
- Installation von Zusatzkomponenten

Optimierung der Gebäude – Peripherie

- Reinigung Heizkreislauf
- Wärmedämmung Rohrleitungen
- Hydraulischer Abgleich / Optimierung
- Optimierung Pumpenleistung
- Bauphysikalische Maßnahmen

Optimierung des Nutzerverhaltens

- Optimierung der Lastverteilung
 - Optimierung der Raumtemperatur
 - Lüftungsverhalten
 - Wahl der Heizungskennlinien
 - Optimierung der (Nacht -) absenkung
 - Optimierung des Warmwasserverbrauchs
- Der Nutzen kann jedoch nur auftreten, wenn mehr, besser und zielgenauer gemessen wird und die Ergebnisse auch ständig ausgewertet und bewertet werden sowie die entsprechenden Schlussfolgerungen gezogen und Maßnahmen eingeleitet werden.

Frank Dinger

Dr. Frank Dinger