

6. Jahrestagung  
Kommunaler Energie-Dialog Sachsen  
04.10.2013

Fachrunde 4  
Identifizierung von Einsparpotentialen an Bestandsheizungsanlagen

Initialmessungen in kommunalen Heizungsanlagen-  
Ergebnisse und Handlungsempfehlungen



## Agenda

1. Grundlagen Effizienz Heizungsanlagen- die Theorie
2. Initialmessungen, Beispiele und Potential- die Praxis
3. Handlungsempfehlungen

## Aufgaben der Sächsischen Energieagentur – SAENA GmbH

- Initiierung und Entwicklung von Lösungsstrategien sowie Begleitung von Modellprojekten und Verbundvorhaben in den Bereich der Energieeffizienz und der zukünftigen Energieversorgung
- **Initialberatung zur Steigerung der Energieeffizienz** und zum Einsatz erneuerbarer Energien unter Einbeziehung von Fördermöglichkeiten (Freistaat Sachsen, Bund und EU)
- Aufbau gezielter Weiterbildungsprogramme und zielgruppenspezifischer Öffentlichkeitsarbeit sowie Netzwerkbildung zum Erfahrungs- und Informationsaustausch



## Agenda

1. Grundlagen Effizienz Heizungsanlagen – die Theorie
2. Initialmessungen, Beispiele und Potential- die Praxis
3. Handlungsempfehlungen

## Aufgabe Heizungsanlagen

### **Sicherung Normnutzungsbedingungen**

Ausgleich der Wärmeverluste *abzgl. interner und solarer Gewinne*

- Transmission (Thermische Hülle)
- Lüftung (Hygienischer LW, Undichtheiten)

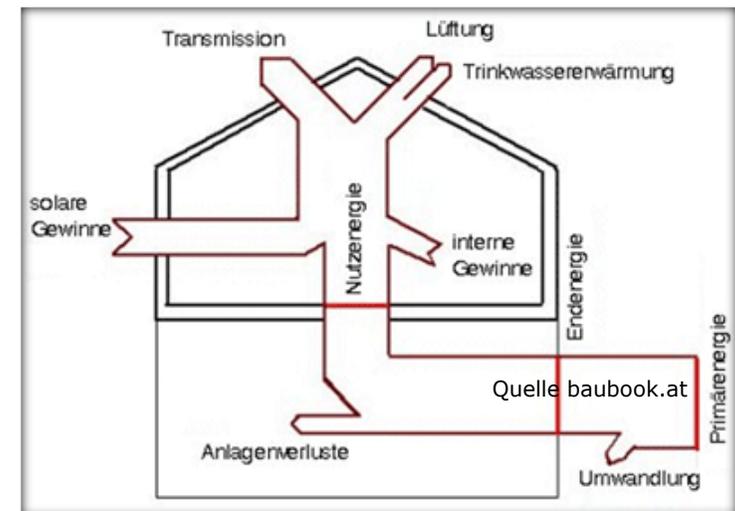
Bereitstellung Warmwasserbedarf

**mit**

### **Geringstmöglicher Energieaufwand**

- Wärmeerzeugung (Verbrauch)  
(Erdgas , Heizöl, Fern-, Nahwärme)
- Anlagenbetrieb  
(Hilfsenergie für Erzeugung, Transport und Verteilung,  
Steuerung und Regelung, etc.)

**= Effiziente Heizungsanlage**



## Gesamtenergieeffizienz Heizungsanlage

=

Effizienz Wärmerzeugung

+

Effizienz Wärmeverteilung

+

Effizienz Wärmenutzung



**Geringstmöglicher Energieaufwand**

**= Bedarfsoptimierung + Verlustminimierung**

## Energieeffizienz und Hydraulischer Abgleich ?

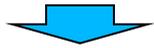
- Bei Warmwasserheizungen erfolgt Transport und Verteilung der Wärmeenergie vom Wärmeerzeuger zum Verbraucher mit Wasser
- Die erforderliche (Heizwasser)**massenstrom** ist abhängig von der benötigten Wärmemenge , der spezifischen **Wärmekapazität** und der **Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf**

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times (T_v - T_r)$$

- Jeder Liter Heizungswasser, der mehr als erforderlich erhitzt und/oder transportiert wird, vermindert durch unnötigen Energieverbrauch die Effizienz der Anlage.
- Jedes Grad zu hohe Heizwassertemperatur (Vor- und Rücklauf) verschlechtert den Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung und erhöht die Wärmeverluste bei Wärmeerzeugung und Verteilung.

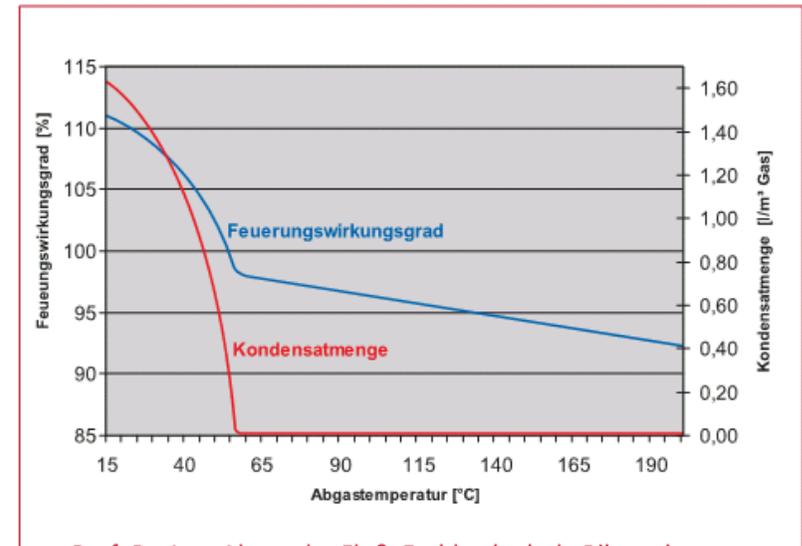


## Erhöhte Heizwassertemperaturen

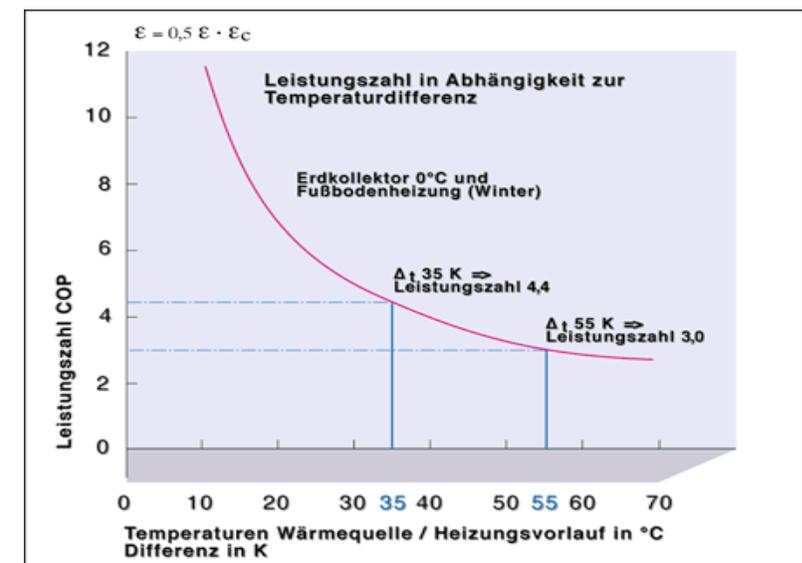


### Auswirkung auf Nutzungsgrad

- Verringerung Brennwerteffekt  
(max. Nutzung bei 35 °C)
- Verschlechterung JAZ Wärmepumpen  
(+1 K Temperaturhub= +3 % Strom)
- Verringerung Potentiale Solarthermie
- Allgemein höhere Abgas-, Abstrahl und Bereitschaftswärmeverluste

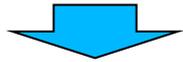


Prof. Dr.-Ing. Alexander Floß, Fachhochschule Biberach



Quelle: Klima-Innovativ e.V.

## Erhöhter Heizwassermassenstrom 1



### Auswirkung Anlagenbetrieb

#### ➤ **Schlechteres Regelverhalten**

- Regelventile sind an höhere Massenströme nicht angepasst
- Einstellung Heizkurven auf Basis Auslegungstemperaturen und Temperaturspreizung Vor- und Rücklauf

#### ➤ **Keine Nachtabsenkung** in heizwasserübersorgten

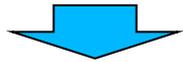
Nutzungseinheiten (6 % Ersparnis pro Grad Raumtemperatur)

mit 100 % mehr Massenstrom ist abgesenkte

Heizwassertemperatur für Raumtemperaturabsenkung

zu hoch

## Erhöhter Heizwassermassenstrom 2

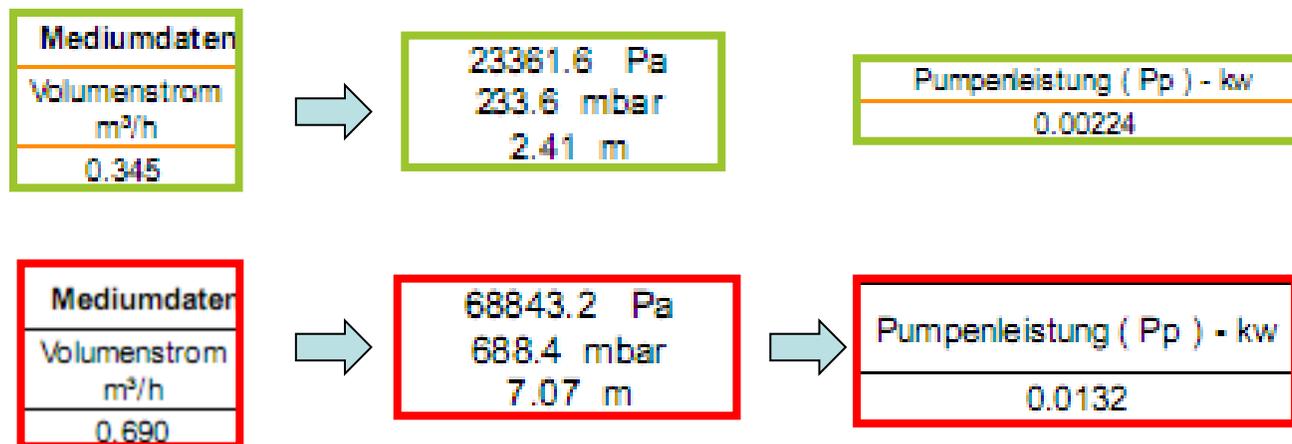


### Auswirkung Pumpenstrom

- **Höhere Pumpenleistung** = höherer Stromverbrauch

Berechnung mit Rohrnetzkenlinie Beispielanlage:

100% mehr Massestrom → ca. 500 % mehr Pumpenleistung



Quelle Fa. Tkoczek.de

## Resümee

### Energetisch .....

- Erhöhung Endenergieverbrauch durch schlechteren Nutzungsgrad
- Mehr Verteilungs- und Bereitschaftswärmeverluste
- Höherer Hilfsenergieverbrauch

### Komfort .....

- Keine bedarfsgerechte Wärmeversorgung
- Begleiterscheinung: Störende Fließgeräusche
- Schlechte Regelbarkeit

.... mehr Betriebskosten, aber dafür weniger Komfort !

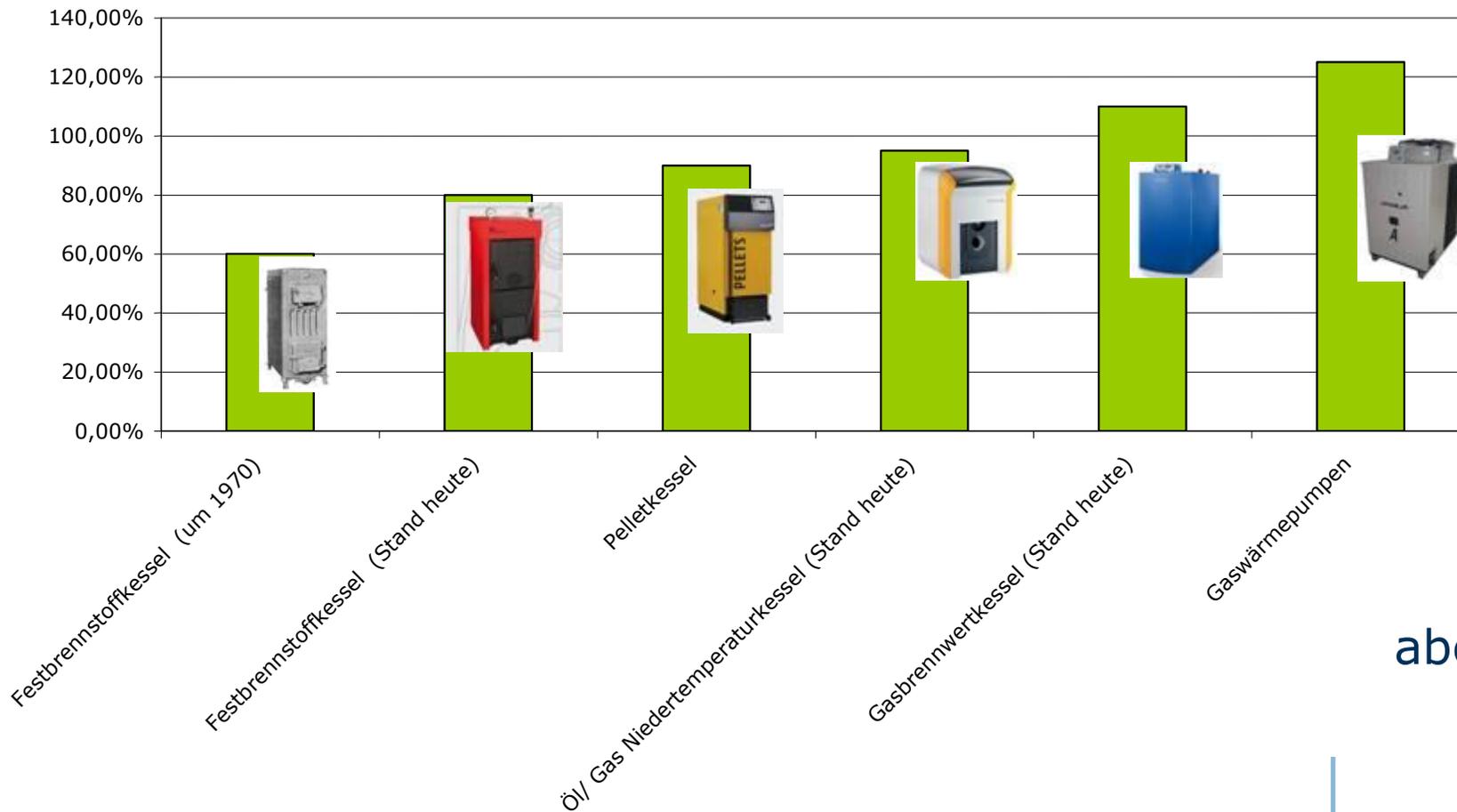
**..aber solche Anlagen sind doch die Ausnahme,  
oder ??**



## Agenda

1. Grundlagen Effizienz Heizungsanlagen- die Theorie
2. Initialmessungen, Beispiele und Potential-die Praxis
3. Handlungsempfehlungen

## Energieeffizienz Wärmerzeugung



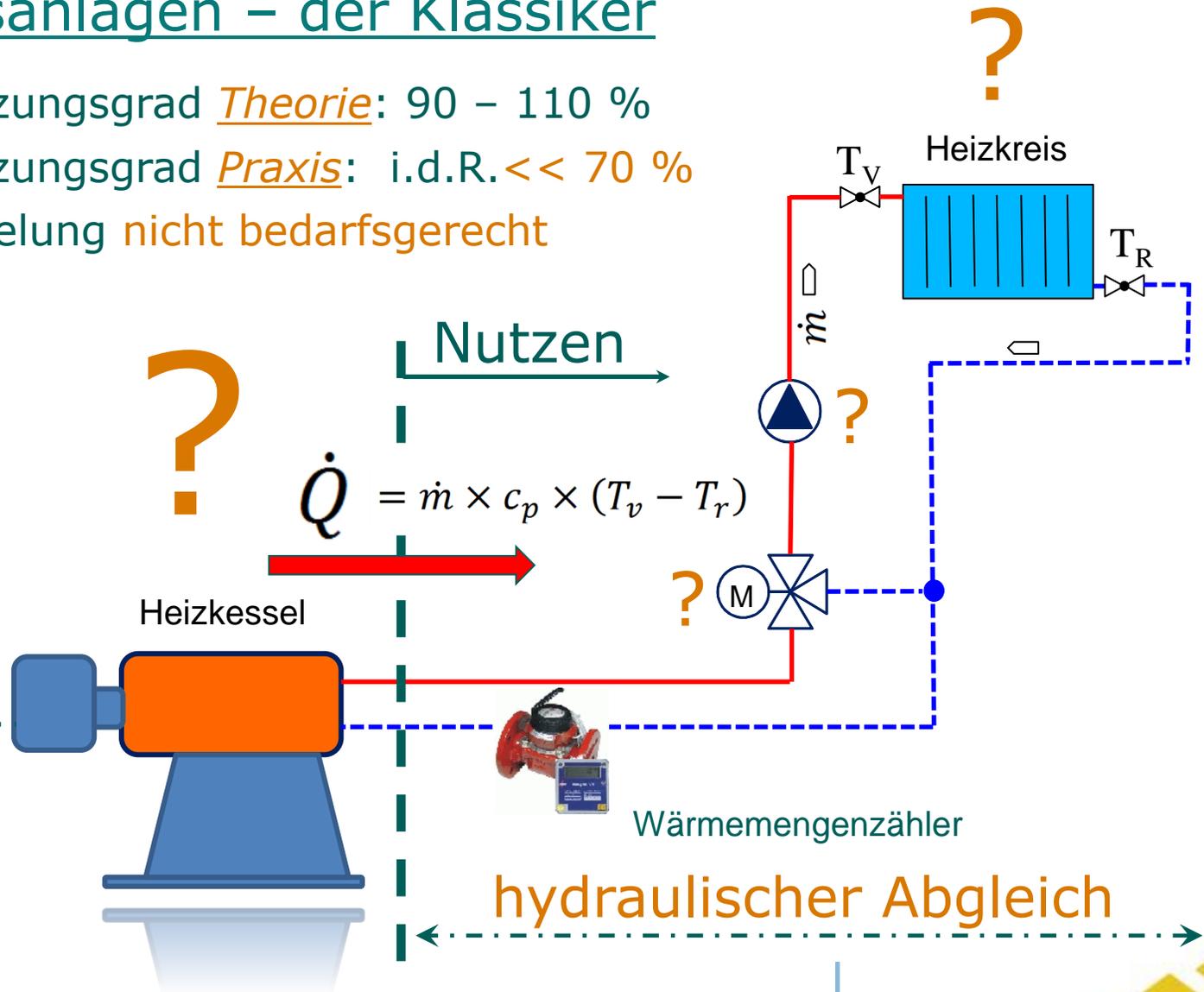
aber .....

## Bestandsheizungsanlagen – der Klassiker

- Nutzungsgrad Theorie: 90 – 110 %
- Nutzungsgrad Praxis: i.d.R. << 70 %
- Regelung **nicht bedarfsgerecht**
- ...

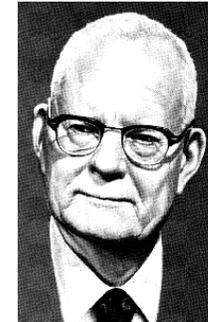


Kosten



"Man kann nicht managen, was man nicht messen kann."

William Edwards Deming  
1900-1993  
US-amerikanischer Physiker, Statistiker  
sowie **Pionier im Bereich des Qualitätsmanagements**



Quelle: Wikipedia

➤ **Was nicht gemessen wird,  
kann nicht optimiert werden!**

## Projekthalt und -ziele Initialmessung SAENA

- Durchführung von Initialmessungen in einzelnen Liegenschaften zur Darstellung Optimierungspotential und Sensibilisierung Entscheidungsträger
- Bereitstellung von Messdaten und Messgeräten für externe Berater und Fachunternehmen für weiterführende Bestandsanalyse
- Begleitung von Modell- und Verbundvorhaben mit Auftaktmessreihe und Ergebnismessung
- Publikation Energieeffizienz Anlagentechnik Bestand

# SAENA Messkonzept

## Initialmessungen 2009 bis 2013

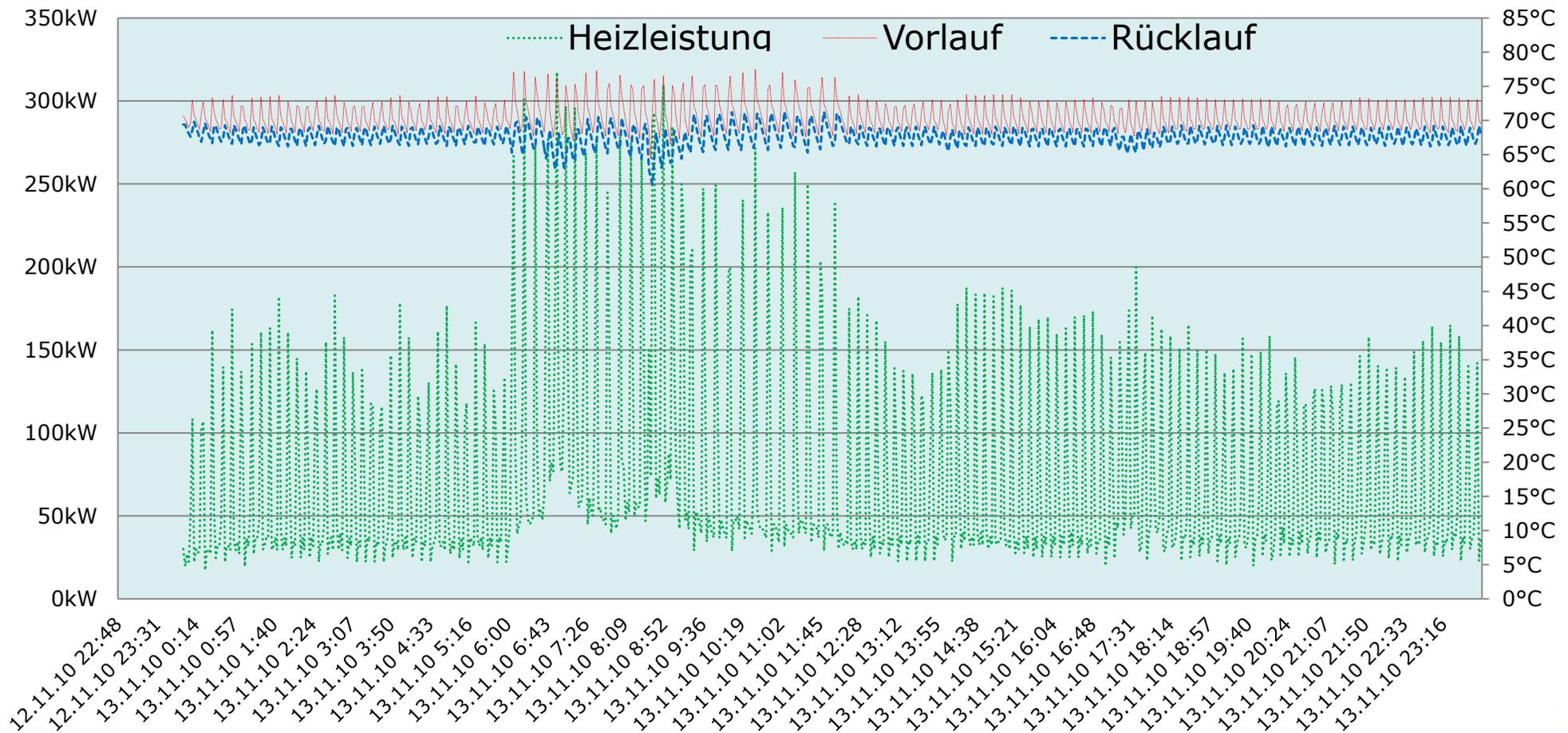
### Kommunalen Liegenschaften

- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Schulen und Kindergärten
- Mehrzweckgebäude
- Sporthallen und Schwimmbäder



## Bsp. Überdimensionierter Wärmeerzeuger

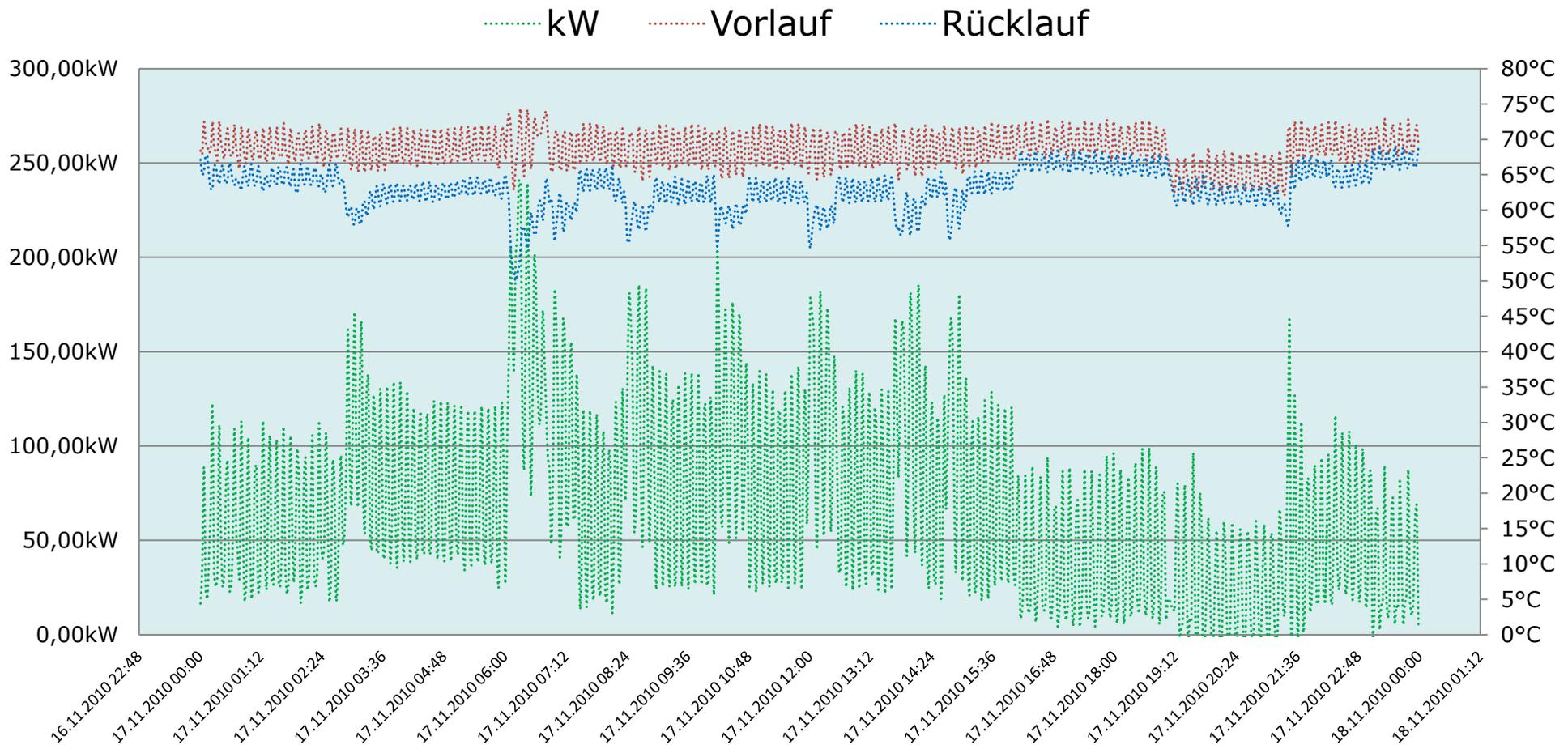
Schul- und Nebengebäude, Baujahr 1993  
NT Kessel 700 kW, zweistufiger Brenner



- Spreizung unter 5 K
- Kessel taktet in 1. und 2. Stufe

## Bsp. Überdimensionierter Wärmeerzeuger

### Heizkreis Nebengebäude Tagesgang



- Heizkreis nicht regelbar
- Mischer fährt ständig „auf“ und „zu“

## Potential Anlagenoptimierung

### Heizungsanlage:

- NT Kessel 700 kW, 2 stufig  
Brennstoffjahreskosten ca. 68.000 €

### Messergebnisse:

- Nutzungsgrad 66 %
- Hochgerechnete Normheizlast 450 kW

### Einsparpotential geschätzt p. a.

Verbesserung Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung,  
Abgleich Hydraulik und Regelparameter

**ca. 10.000 €**

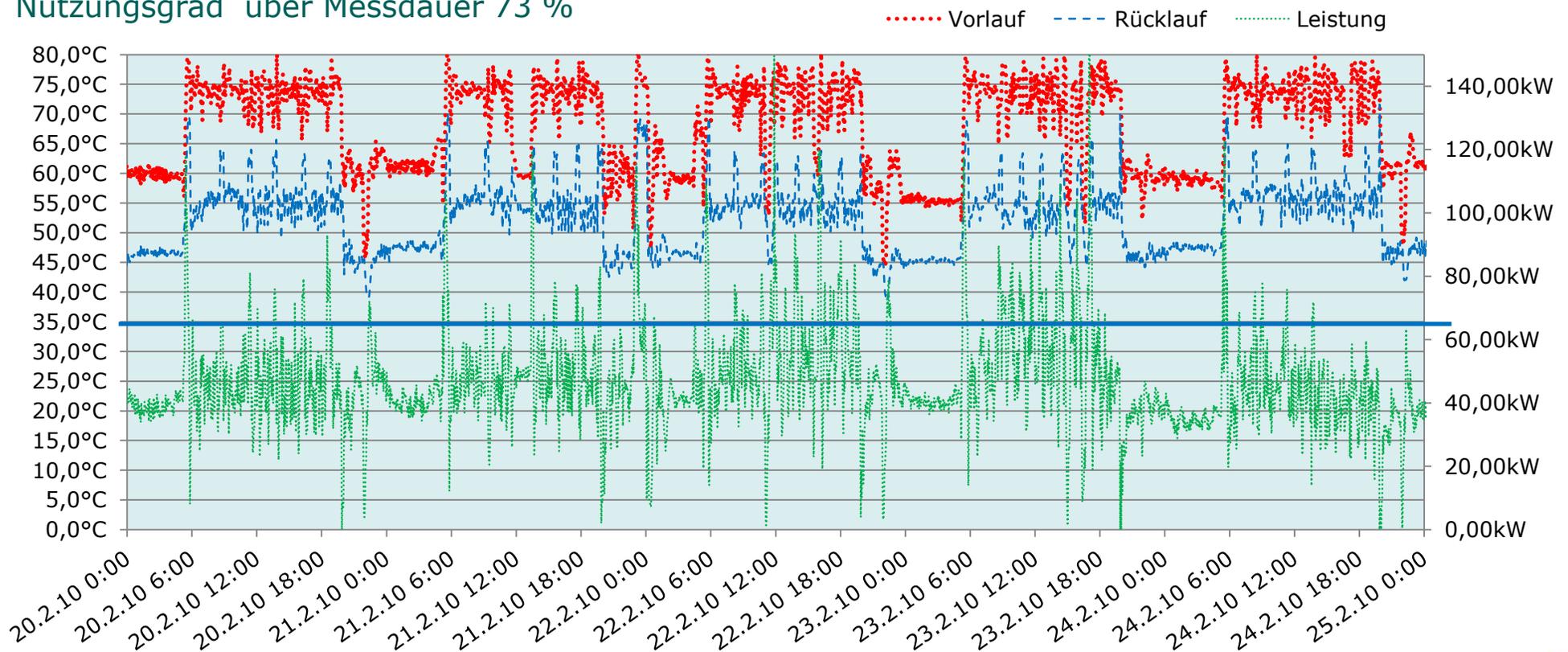
## Bsp. Brennwertnutzung

Mehrzweckgebäude

Gasbrennwert Kaskade 140 kW

Messdauer 8 Tage **Außentemperatur -5°C bis +3°C**

Nutzungsgrad über Messdauer 73 %

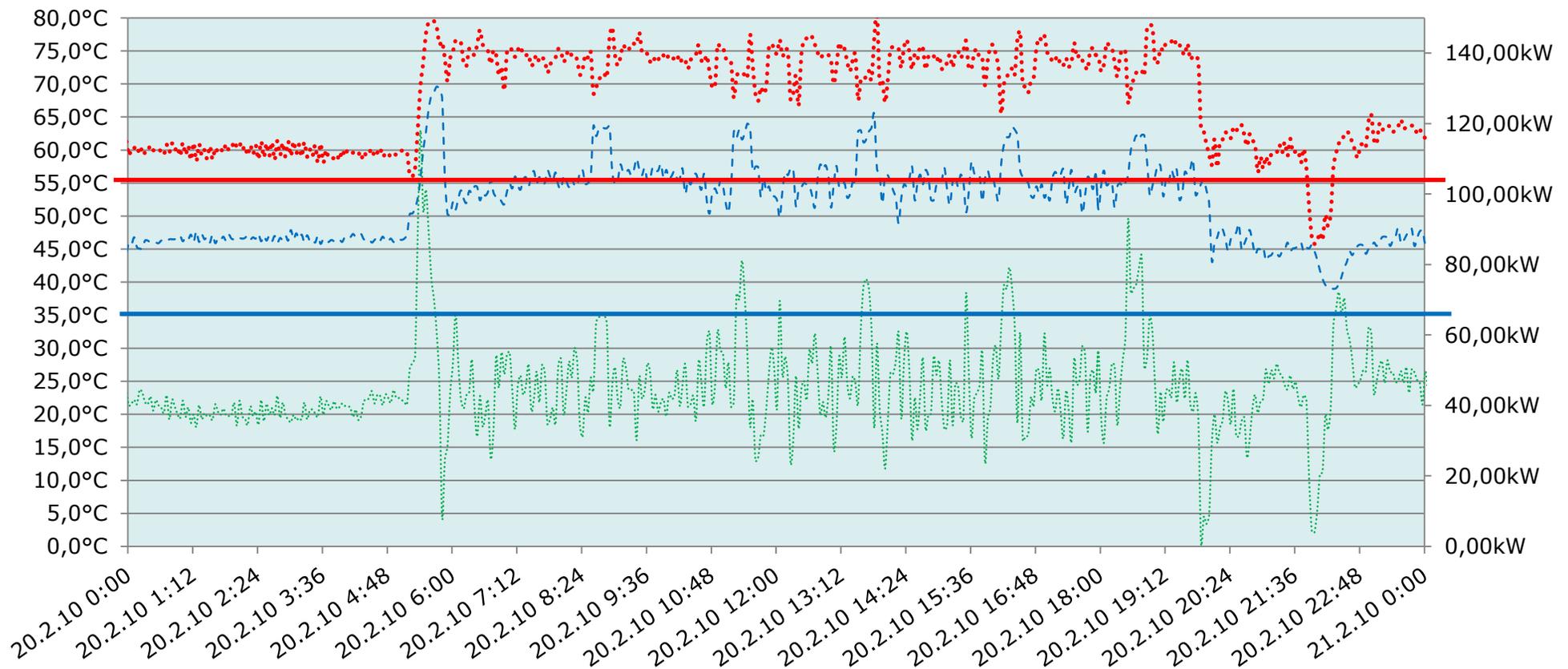


- bei 40 % Leistung Vorlauftemperatur auf Auslegungstemperatur 100 %

## Bsp. Brennwertnutzung

Tagesgang Beispiel 20.02. Außentemperatur 0°C bis +2°C

..... Vorlauf    - - - Rücklauf    ..... Leistung



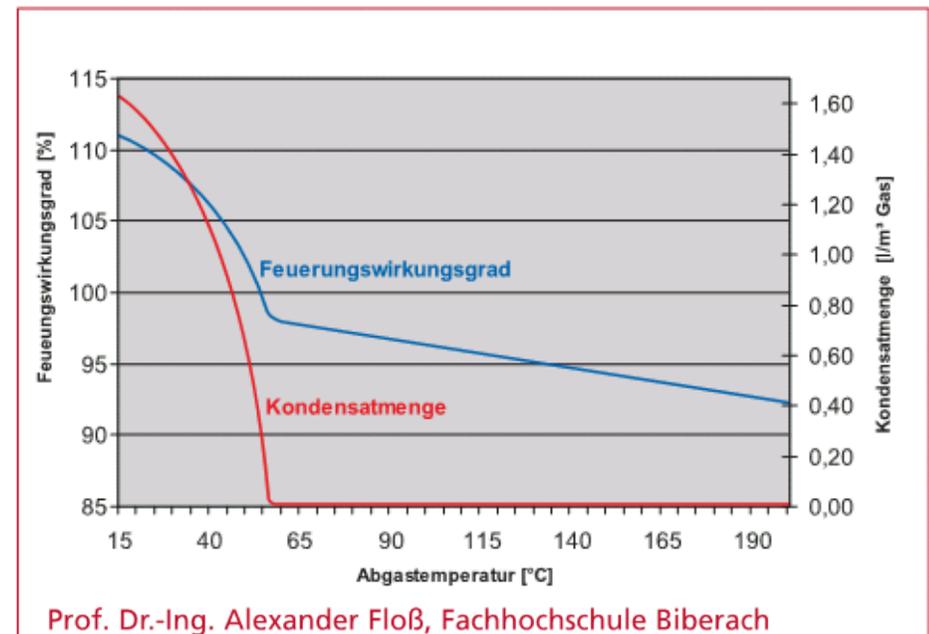
- Brennwertnutzung Erdgas **beginnt** erst bei ca. 55° C

## Schätzung Einsparpotential

1850 Vbh/a \* 140 kW = 259 MWh/a  
Verbesserung Nutzungsgrad 10 %

Einsparung:

- **ca. 26 MWh/a**
- **Ca. 2.080 € /a ( bei 8 ct/kWh)**

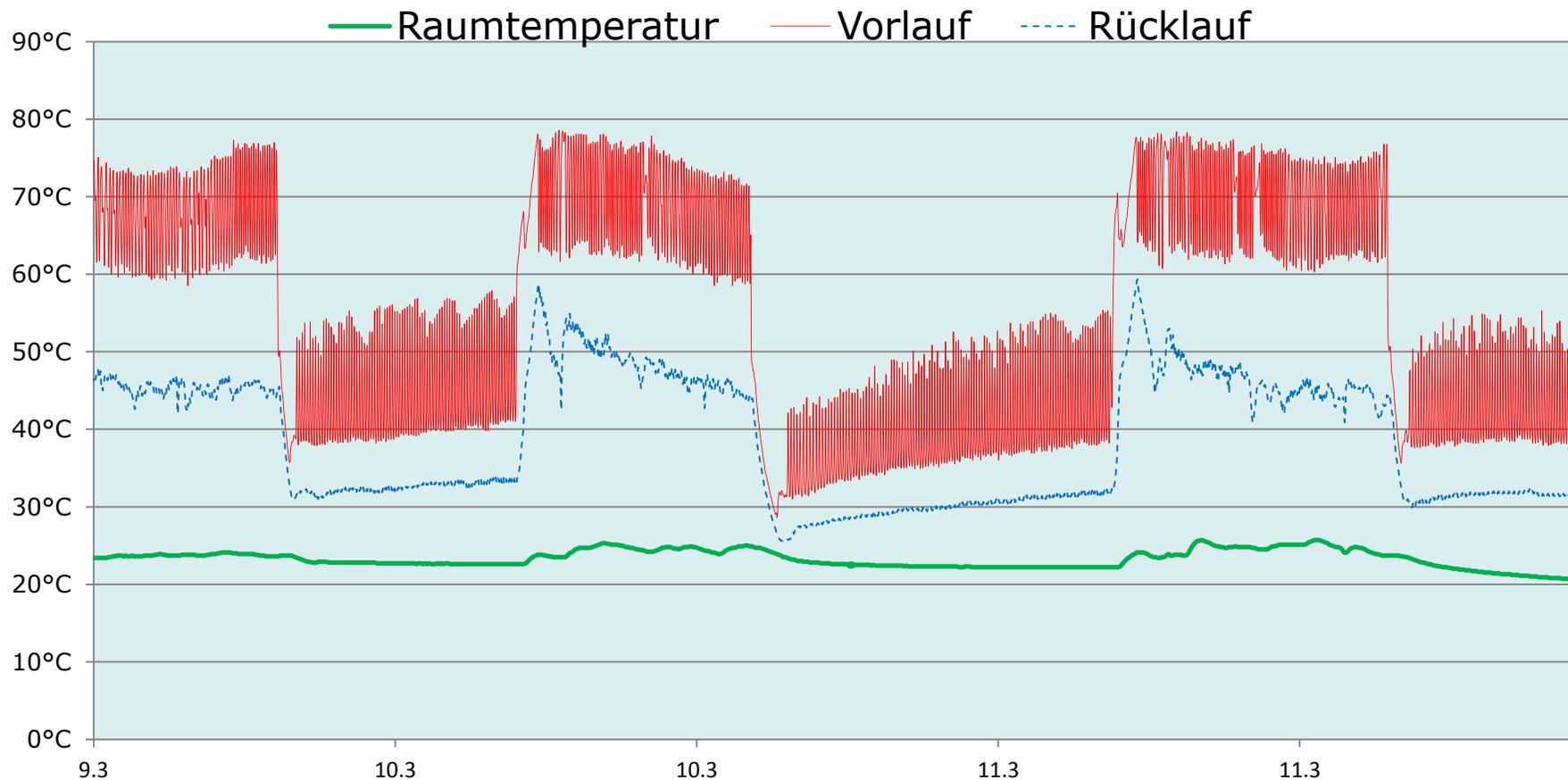


## Bsp. Absenkung Raumtemperatur

### Verwaltungsgebäude Rathaus

Messdauer

6 Tage März 2011

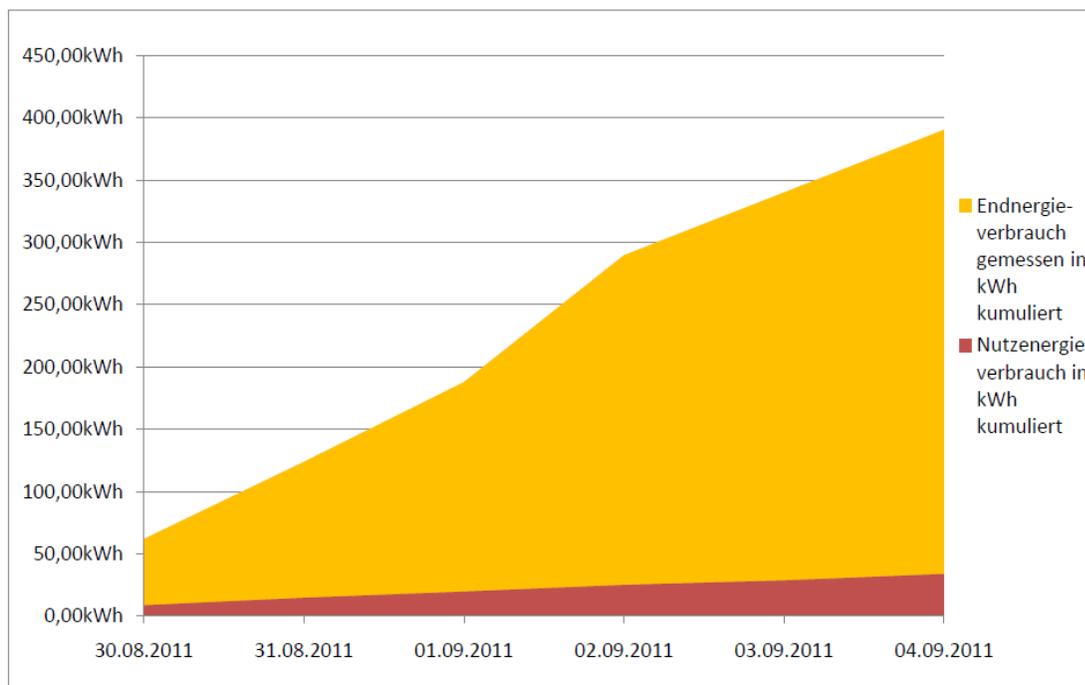


## Einsparpotential ??

## Bsp. Warmwasserbereitung Bürogebäude

Messdauer 6 Tage August 2012  
 NT-Kessel 150 kW 300 l Warmwasserspeicher  
 Warmwasserverbrauch 580 l  
 Erdgasverbrauch 37,2 m<sup>3</sup>

Nutzungsgrad **10 %**



### Vergleichsberechnung

WW-Bereitung mit Gas Nichtheizperiode	683,55 €
WW-Bereitung mit Gas Heizperiode	147,15 €
	<b>830,70 €</b>

WW-Bereitung mit Strom Nichtheizperiode	172,19 €
WW-Bereitung mit Strom Heizperiode	246,81 €
	<b>419,01 €</b>

Ersparnis bei Stromheizung WW	<b>411,70 €</b>
----------------------------------	-----------------

## Bsp. Verbrauchscontrolling- was nicht gemessen wird....

### Mittelschule u. Sporthalle

Zentrale Wärmeerzeugung

Messdauer 5 Tage Außentemperatur -5°C bis +3°C



Altbau um 1900

BGF 860 m<sup>2</sup>

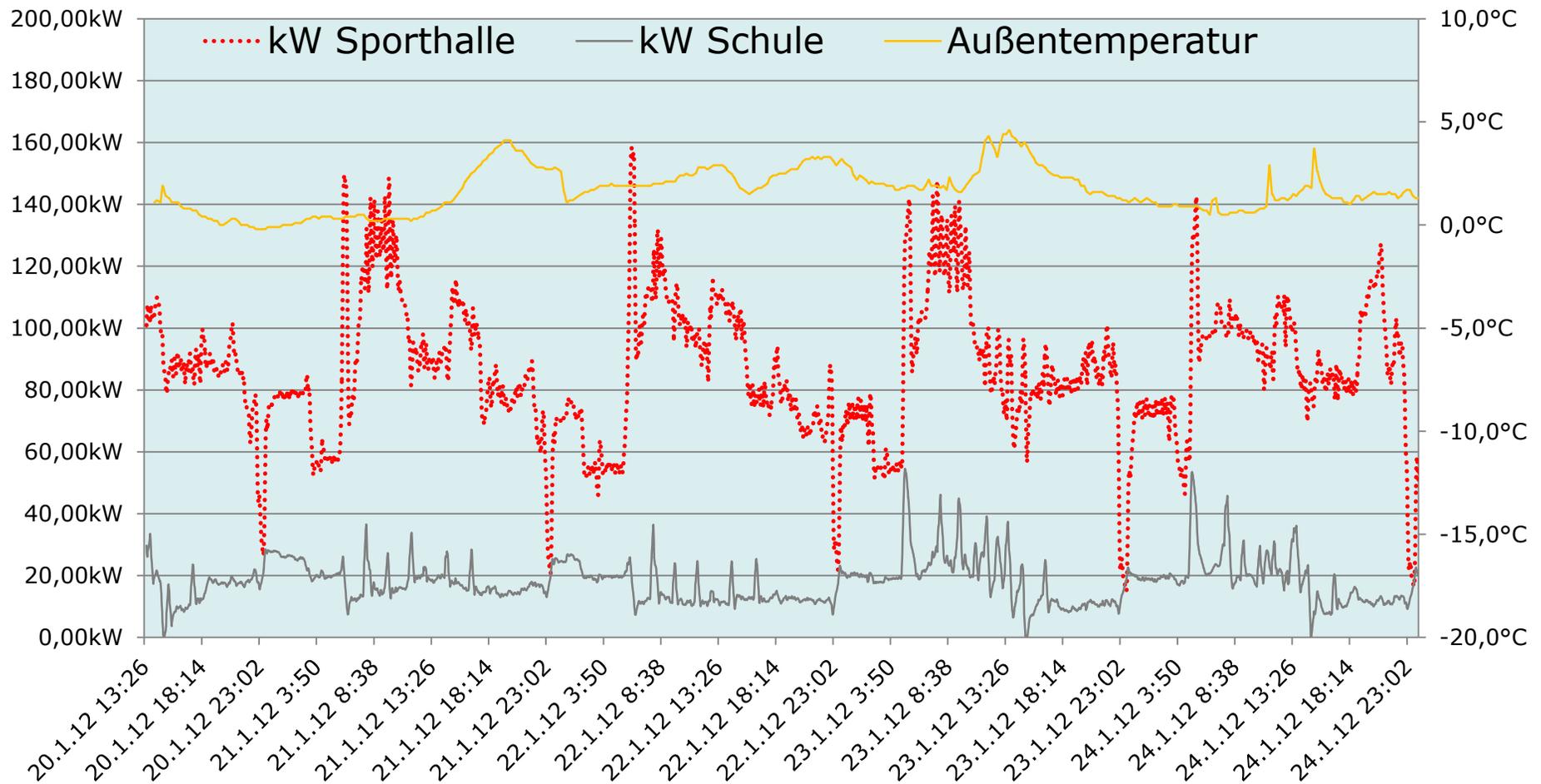


Neubau 1995

BGF ca. 800 m<sup>2</sup>

# Bsp. Verbrauchscontrolling

Messdauer 5 Tage



## Bsp. Verbrauchscontrolling

### Mittelschule u. Sporthalle

Zentrale Wärmeerzeugung

Messdauer 5 Tage Außentemperatur -5°C bis +3°C

2 Kesselanlage BW und NT

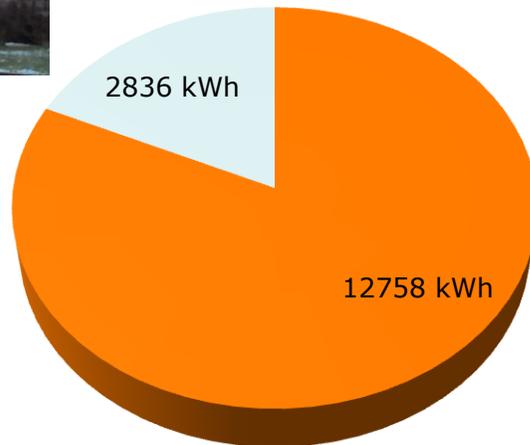
Nutzungsgrad über Messdauer 81,2 %



Schule

2.835 kWh

18 %



Sportshalle

12.758 kWh

82 %



## Zusammenfassung Ergebnisse Initialmessungen

- Gemessene Nutzungsgrade der Wärmeerzeugung lagen teils deutlich unterhalb der theoretisch erreichbarer Parameter
- **Keine** der Anlagen war hydraulisch abgeglichen
- Förderströme zu hoch, Heizwassertemperaturen zu hoch
- Nutzungszeiten nicht optimal eingestellt (Ferien, Feiertage, Sommerbetrieb)
- Wärmeerzeuger teils deutlich überdimensioniert
- Absenkbetrieb oft ohne Einspareffekte
- Keine Verbrauchszuordnung durch fehlende Messeinrichtungen

➤ **Einsparpotentiale 10 – 20 %**

## Fossile Energieträger Haushalte Sachsen 2010

ca. 19.800 GWh für Raumwärme /WWB

**Einsparpotential Anlagenoptimierung**

Schätzung Fachverbände, Studien

5 bis 20 %

SAENA Auswertung Initialmessung

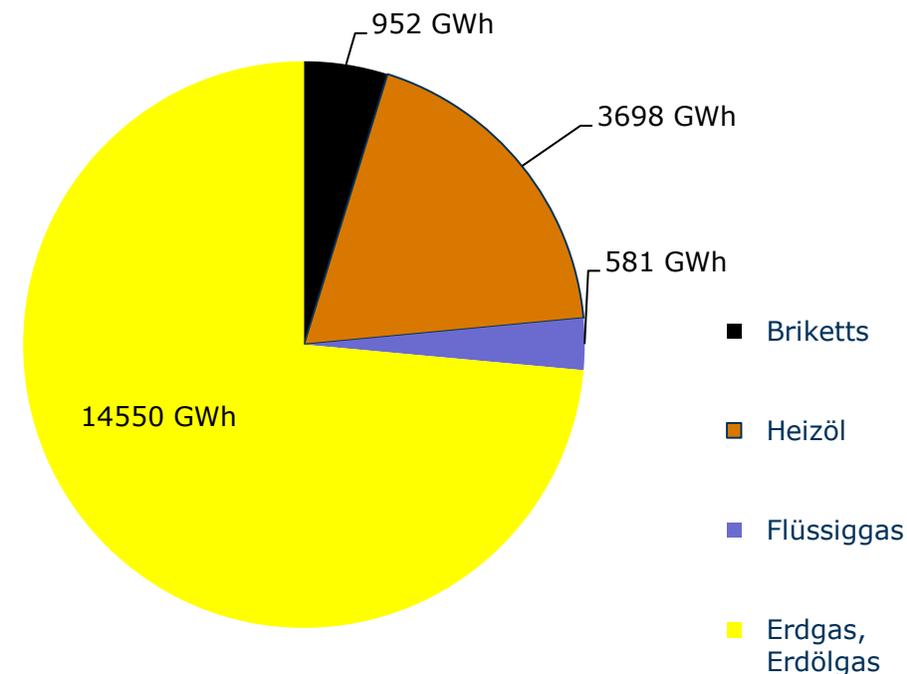
10 bis 20%

**10 % Effizienzpotential**      1.980 GWh

Bei 7 ct /kWh

**140 Mio. €/a**

Quelle: Energiebilanz 2010 Freistaat Sachsen



## Agenda

1. Grundlagen Effizienz Heizungsanlagen- die Theorie
2. Initialmessungen, Beispiele und Potential –die Praxis
3. **Handlungsempfehlungen**

## Potentialanalyse - Anlagenoptimierung

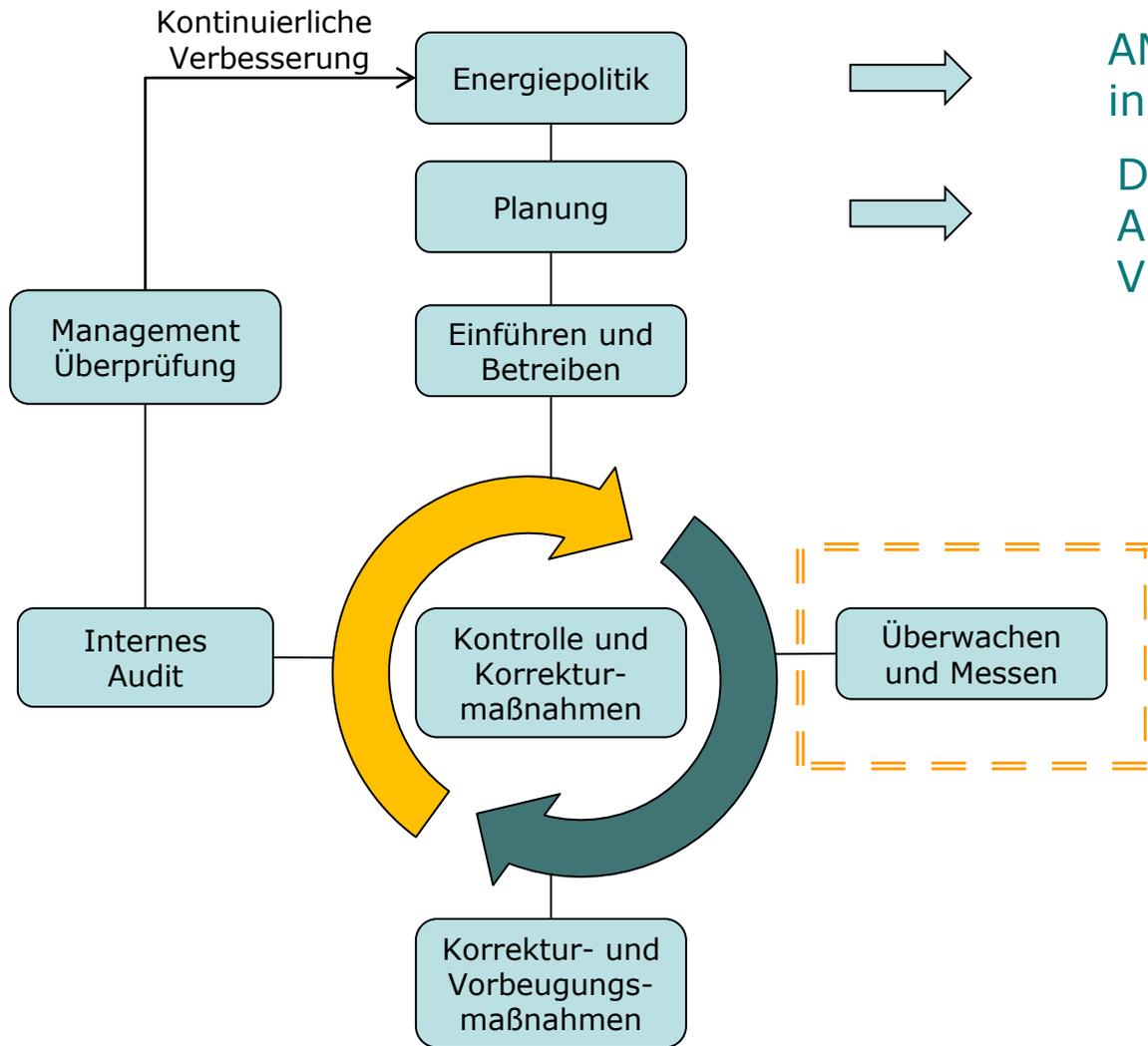
### Einstieg

- Kontrolle und Auswertung Betriebsverhalten Anlagentechnik in ausgewählten Beispielgebäuden-Kennwertbildung und Priorisierung
- Ggf. Nachrüstung Messeinrichtungen an relevanten Verbrauchern
- Regelmäßige Bewertung und Auswertung der Verbrauchsdaten
- Einbindung Nutzer und Kontrolle (Norm)-Nutzungsbedingungen

### Anforderungen

- Einsatz materieller und personeller Ressourcen
- Akzeptanz und Unterstützung in der Kommune
- Ggf. Einbindung externes know how
- **Einführung kommunales Energiemanagement**

# Energiemanagementsystem



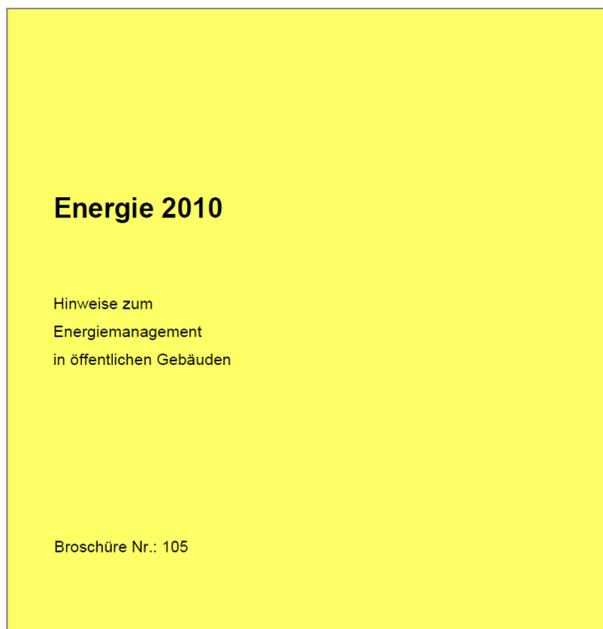
AMEV Hinweise zum Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden 2010

DIN 18386; AMEV GA 2005; AMEV BACnet 2007; AMEV ENMess 2001 VDI 3814; DIN EN ISO 16484

- *Strukturieren*
- **Erfassen**
- **Bewerten**
- **Verbessern/ Optimieren**



Aufgestellt und herausgegeben vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) Berlin 2005



## Inhalt

1. Das Energiemanagement im Lebenszyklus von Gebäuden
2. Energiecontrolling
3. Energiebeschaffung
4. Gebäudebetrieb
5. Planung und Bau von Gebäuden

**AMEV**

Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen

[http://www.amev-online.de/AMEV/DE/Betriebsfuehrung/EnergieundMedien/energieundmedien\\_node.html](http://www.amev-online.de/AMEV/DE/Betriebsfuehrung/EnergieundMedien/energieundmedien_node.html)

# Veröffentlichung SAENA - Effizienz Heizungsanlagen

Publikation für das Fachhandwerk **und**  
technische interessierte Anlagennutzer

Teil 1

Hydraulischer Abgleich

Teil 2

*Arbeitstitel:*

*Anlagenoptimierung Heizungsanlagen Bestand*

*1. Auflage 2014*

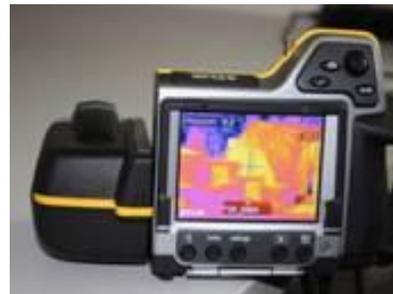


# Messpool SAENA – Angebot Initialmessungen

Ultraschallmessgerät



Wärmebildkamera



U-Wertmessung



Datenlogger



Strömungsmessgerät



Auswertungssoftware



<http://www.saena.de/angebote/initialmessungen.html>

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Die Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH:

- Energieeffizienz - Unternehmen
  - Energieeffizienz - Gebäude
  - Energieeffizienz - Verkehr
  - Energieeffizienz - Kommunen/Landkreise
  - Zukunftsfähige Energieversorgung
  - Projekte im schulischen Bereich
- 
- Beratung
  - Weiterbildung
  - Öffentlichkeitsarbeit

**Sprechen Sie uns an!** Beratertelefon: 0351 - 4910 3179



Tipp: [www.energieportal-sachsen.de](http://www.energieportal-sachsen.de)